

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**  
**Departamento de Didáctica y Organización Escolar**



**DIDÁCTICA Y APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS  
BÁSICOS DE LA TERMODINÁMICA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**David Méndez Coca**

Bajo la dirección de la doctora

Paloma Antón Ares

**Madrid, 2012**

**ISBN: 978-84-695-3330-7**

**©David Méndez Coca, 2011**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA Y ORGANIZACIÓN ESCOLAR**

**TESIS DOCTORAL**

***DIDÁCTICA Y APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS  
BÁSICOS DE LA TERMODINÁMICA***

Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor

**DOCTORANDO:**

**DAVID MÉNDEZ COCA**

---

**DIRECTORA:**

**Dra. Paloma ANTÓN ARES**

**Madrid 2011**



## **Agradecimientos**

Tendría que dar mi más sincero agradecimiento a muchas personas que me han prestado su orientación, ánimo y conocimiento durante la elaboración de esta tesis doctoral. Todos ellos han sido un gran apoyo y han logrado que este viaje sea accesible. Han sido una ayuda inestimable, en especial en esos momentos malos que todo ser humano que lleva a cabo un esfuerzo tiene.

A Paloma, no sólo por ser la directora de la tesis, sino por su apoyo, orientación, el tiempo dedicado, la continua ayuda prestada y, en especial, por su habitual sonrisa. Ha trabajado con gran ilusión por esta investigación hasta su final.

A mis padres por su paciencia y su ánimo, además de su ayuda continua durante todo este proceso de elaboración. Me parece corto este agradecimiento por todo lo que han hecho por mí durante toda su vida, por todo lo que hacen y no me doy cuenta, por todo lo que son y suponen en mi vida.

También mi más sincero agradecimiento a todos los profesores que han intervenido en esta investigación, con su apoyo en detalles pequeños que no se notan pero que son de gran ayuda y a los profesores que han validado los instrumentos. En especial a José Luis por su generosa ayuda y a Rafael por su paciencia.

Además, no puedo olvidar a los alumnos por su colaboración en las clases, su respeto y trato cordial conmigo durante este proceso. La verdad es que para mí han sido una fuente de alegría y aprendizaje durante estos años.





# ÍNDICE

**Págs.**

## INTRODUCCIÓN

**13**

## CAPÍTULO 1: SIGNIFICADO Y METAS DE LA EDUCACIÓN

**25**

### 1.1.- Concepto de educación .....30

### 1.2.- Metas permanentes de la educación y estrategias.....34

### 1.3.- La calidad de la educación .....41

1.3.1.- Definiciones y condiciones de la calidad.....43

1.3.2.- Núcleos semánticos de la calidad. ....44

1.3.3.- Condiciones para una calidad efectiva. ....45

1.3.4.- Indicadores de evaluación de la calidad. ....47

1.3.5.- El futuro de la educación. ....49

### 1.4.- Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) .....50

1.4.1.- El espacio digital y los cambios educativos. ....51

1.4.2.- Aportaciones relevantes de las TICs.....53

### 1.5.- Competencias y formación del profesorado.....56

1.5.1.- La formación permanente del profesorado. ....57

1.5.2.- Características de un modelo de profesor. ....61

1.5.3.- El rol de profesor y la investigación. ....64

### 1.6.- Retos morales y educativos de la globalización .....67

1.6.1.- Hacia una ciudadanía universal. ....69

1.6.2.- Valores para una convivencia universal. ....70

<b>1.7.- Ensayo de recapitulación.....</b>	<b>73</b>
1.7.1.- Escenarios de la situación.....	73
1.7.2.- Funciones de los medios tecnológicos.....	76
1.7.3.- El profesor como actor social responsable. ....	77
1.7.4.- Reflexión sobre la calidad de la educación.....	78

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>
---------------------------	-----------

## **CAPÍTULO 2.- ANÁLISIS Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA DIDÁCTICA. 87**

---

<b>2.1.- Evolución histórica.....</b>	<b>90</b>
---------------------------------------	-----------

<b>2.2.- Aproximación conceptual a la didáctica .....</b>	<b>92</b>
---	-----------

2.2.1.- Carácter científico de la didáctica.....	95
2.2.2.- Carácter tecnológico de la didáctica. ....	98
2.2.3.- Contenido y finalidad de la didáctica. ....	100
2.2.4.- Tipología de la didáctica.....	102
2.2.5.- Características de la didáctica.....	102

<b>2.3.- Perspectivas de la didáctica.....</b>	<b>103</b>
--	------------

2.3.1.- La perspectiva científico-tecnológica .....	104
2.3.2.- La perspectiva cultural-intercultural.....	105
2.3.3.- La perspectiva del enfoque sociopolítico o crítico .....	105
2.3.4.- La perspectiva profesional-indagadora,.....	106

<b>2.4.- Teorías de la enseñanza .....</b>	<b>107</b>
--	------------

2.4.1.- La teoría cognitivista .....	107
2.4.2.- La teoría artística .....	108
2.4.3.- La teoría comprensiva.....	109
2.4.4.- La teoría sociocomunicativa .....	111

<b>2.5.-Acto didáctico .....</b>	<b>112</b>
----------------------------------	------------

2.5.1.- Elementos que intervienen en el acto didáctico.....	112
2.5.2.- Características de la acción comunicativa .....	114

2.5.3.- Funciones del lenguaje .....	115
2.5.4.-Otras dimensiones del acto didáctico. ....	116
<b>2.6.- El currículum: concepto, tipos y elementos. ....</b>	<b>118</b>
2.6.1.- Autores y definiciones de currículo. ....	118
2.6.2.- Tipologías de los currículos.....	121
2.6.3.- Elementos del currículum .....	123
<b>2.7.- Pluralidad metodológica de la didáctica. ....</b>	<b>126</b>
2.7.1.- Pluralidad y evolución de la metodología didáctica .....	126
2.7.2.- Tipología de la didáctica según criterio de contenido, alumnos y profesor. ....	129
2.7.3.- Tipología de métodos según criterios de origen, función y evolución. ..	132
2.7.4.- Otras formas metodológicas globales. ....	136
2.7.5.- Síntesis de los métodos de la didáctica.....	139
<b>2.8.- Estrategias didácticas: fases y tipos.....</b>	<b>141</b>
2.8.1.- Tipos significativos: estrategias docentes.....	143
2.8.2.- Estrategias referidas al alumno.....	147
2.8.3.- Estrategias referidas al contenido .....	148
2.8.4.- Estrategias referidas al contexto. ....	149
<b>2.9.- A modo de conclusión. ....</b>	<b>150</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>152</b>

## **CAPÍTULO 3.- LAS DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE**

### **157**

<b>3.1.-Concepto y características del aprendizaje.....</b>	<b>160</b>
3.1.1.- Aspectos conceptuales del aprendizaje.....	160
3.1.2.- Características del aprendizaje. ....	164
<b>3.2.- Teorías sobre el aprendizaje .....</b>	<b>167</b>
3.2.1.- El conductismo. ....	168

3.2.2.- El cognitivismo .....	170
3.2.3.- La teoría del aprendizaje por descubrimiento.....	172
3.2.4.- La teoría constructivista de Piaget.....	173
3.2.5.- La teoría del constructivismo social .....	177
<b>3.3.- Factores significativos en el aprendizaje.....</b>	<b>183</b>
3.3.1.- La memoria del aprendiz. ....	184
3.3.2.- El aprendizaje de los contenidos.....	190
3.3.3.- Los procesos del aprendizaje .....	196
3.3.4.- Las estrategias de aprendizaje. ....	199
3.3.5.- Los estilos de aprendizaje.....	204
3.3.6.- Técnicas de aprendizaje.....	207
3.3.7.- La evaluación: tipos, funciones y objetivos.....	211
<b>3.4.- Aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en problemas. ....</b>	<b>215</b>
3.4.1.- Criterios de diferenciación entre el paradigma clásico y el nuevo. ....	216
3.4.2.- El aprendizaje basado en problemas o proyectos ABP .....	217
<b>3.5.-Problemas en el aprendizaje. ....</b>	<b>220</b>
3.5.1.- Concepto y características de los problemas de aprendizaje. ....	220
<b>3.6.- Síntesis.....</b>	<b>222</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>224</b>

## **CAPÍTULO 4: MODELOS Y PROCESOS DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS 231**

---

<b>4.1.- La perspectiva científica de las ciencias físicas.....</b>	<b>235</b>
4.1.1.- La Física y algunos de sus eminentes representantes. ....	237
4.1.2.- Utilidad del estudio de las ciencias.....	239
4.1.3.- Dificultades en el estudio de las ciencias. ....	241
<b>4.2.- ¿Es difícil la enseñanza–aprendizaje de las ciencias? .....</b>	<b>243</b>
4.2.1.-El currículum de las ciencias físicas.....	245

4.2.2.- ¿Las ideas preconcebidas de los alumnos obstruyen el estudio de las ciencias físicas?.....	249
4.2.3.- Publicación de algunas experiencias sugestivas. ....	253
<b>4.3.- Modelos de la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias. ....</b>	<b>261</b>
4.3.1.-El modelo de transmisión-recepción. ....	261
4.3.2.-El modelo del descubrimiento. ....	264
4.3.3.-El modelo expositivo ....	266
4.3.4.-La enseñanza mediante el conflicto cognitivo.....	268
4.3.5.-La enseñanza-aprendizaje mediante investigación dirigida ....	270
4.3.6.-La enseñanza por explicación y contrastación de modelos ....	272
4.3.7.-El modelo constructivista de la enseñanza - aprendizaje.....	274
<b>4.4.- Organización de actividades, unidades didácticas y trabajo de laboratorio. ....</b>	<b>281</b>
4.4.1.- Actividades relevantes del sistema aula. ....	282
4.4.2.- Diseño de una unidad didáctica. ....	284
4.4.3.- Los trabajos prácticos y/o de laboratorio: tipos y dimensiones. ....	288
<b>4.5.- El material de los libros de texto y otros recursos.....</b>	<b>292</b>
4.5.1.- Críticas y análisis de los libros de texto.....	292
4.5.2.-Parámetros de cálculo para la valoración del libro de texto. ....	295
4.5.3.- Otros criterios de valoración del libro de texto. ....	298
<b>4.6.- ¿Qué necesidad tengo de resolver un problema? .....</b>	<b>300</b>
<b>4.7.-¿Cómo evaluar?. Dimensiones normativas de la evaluación. ....</b>	<b>306</b>
4.7.1.- La evaluación integrada en el sistema y en el proceso. ....	307
4.7.2.- La normativa española sobre la evaluación. ....	309
<b>4.8.- La formación inicial y permanente del profesorado.....</b>	<b>312</b>
<b>4.9.- Conclusiones. ....</b>	<b>317</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>318</b>

## **CAPITULO 5: LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

---

**327**

<b>5.1.- La ciencia y el método científico, características y estructura.....</b>	<b>329</b>
5.1.1.- Definición del método científico. ....	330
5.1.2.- Características del método científico.....	332
5.1.3.- Estructura del método científico.....	336
<b>5.2.- La metodología en las ciencias humanas y sociales.....</b>	<b>343</b>
5.2.1.- Aportaciones a la metodología. ....	345
5.2.2.- Tipología de métodos. ....	353
5.2.3.- Paradigmas de la investigación educativa. ....	356
<b>5.3.- La investigación científica. ....</b>	<b>358</b>
5.3.1.- Definición, características y origen. ....	358
5.3.2.- Contenido y objetivos. ....	361
5.3.3.- Modalidades de la investigación educativa. ....	363
<b>5.4.- Fases de la investigación. ....</b>	<b>366</b>
5.4.1.- Primera fase: el planteamiento.....	367
5.4.2.- Segunda fase: técnicas de recogida de información. ....	376
5.4.3.- Tercera fase: tabulación, interpretación y análisis.....	379
5.4.4.- Conclusiones.....	381
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>382</b>

## **CAPÍTULO 6: ASPECTOS MOTIVACIONALES DE LOS ALUMNOS**

---

**387**

<b>6.1. Organización metodológica y funcionamiento de la clase .....</b>	<b>390</b>
6.1.1.- El grupo tradicional. ....	390
6.1.2.- En el grupo cooperativo.....	391
6.1.3.-El grupo tic .....	394
<b>6.2.- Realización del Test de motivación anterior.....</b>	<b>395</b>

6.2.1.- Descripción del test de motivación.....	395
6.2.2.- Resultados: antecedentes de la motivación.....	398
6.2.3.- Motivación en la clase. ....	402
6.2.4.- Motivación y materias que cursan .....	406
6.2.5.- Motivación, asignaturas y procedimiento.....	408
6.2.6.- Interés por cada asignatura .....	413
<b>6.3.- Interés de los alumnos por la física.....</b>	<b>417</b>
6.3.1.- Respuestas de los alumnos.....	417
6.3.2.- Fuentes de motivación. ....	419
<b>6.4.- Motivos dominantes en el estudio de la Física.....</b>	<b>425</b>
<b>6.5.- Efecto motivador del proceso enseñanza - aprendizaje.....</b>	<b>431</b>
6.5.1.- Motivación y situaciones de los alumnos. ....	431
6.5.2.- Test posterior de motivación. ....	444
6.5.3.- Otros resultados aprueban el objetivo de la tesis.....	455
6.5.4.- Potencial motivador de la física.....	463
<b>6.6.- Síntesis.....</b>	<b>464</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>466</b>

## **CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE DENSIDAD, PRESIÓN, VOLUMEN, TEMPERATURA Y CALOR**

<b>7.1.- Resultados sobre los aspectos conceptuales .....</b>	<b>470</b>
7.1.1.-Las definiciones en el test final: .....	470
7.1.2.- El concepto de calor.....	471
7.1.3.- Dimensiones conceptuales sobre la presión. ....	473
7.1.4.- Densidad: definición y características. ....	475
<b>7.2.- Resultados sobre los ejercicios. ....</b>	<b>477</b>
7.2.1.- Ejercicios sobre presión, volumen y temperatura.....	478



7.2.2.- Ejercicio sobre la densidad. ....	482
7.2.3.- Ejercicios con el calor.....	484
7.2.4.- Síntesis.....	492
<b>7.3.- Análisis y resultados de los problemas.....</b>	<b>493</b>
7.3.1.- Problemas sobre presión, volumen y temperatura.....	493
7.3.2.- Problemas sobre la densidad.....	497
7.3.3.- Problemas sobre el calor.....	501
<b>7.4.- Síntesis de resultados desde la ‘media’ .....</b>	<b>510</b>
7.4.1.- Resultados de los problemas:.....	510
7.4.2.- Evaluación de las 20 cuestiones atribuyéndoles a todas el mismo valor..	510
7.4.3.- Puntuación de cada contenido en un tercio.....	512
7.4.4.- Análisis desde la perspectiva de los conceptos.....	512
<b>7.5.- Síntesis general. ....</b>	<b>514</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>515</b>

## **CAPÍTULO 8: RELACIÓN ENTRE RESULTADOS, INTELIGENCIA Y METODOLOGÍA** **517**

---

<b>8.1.- Los tipos de inteligencia.....</b>	<b>520</b>
8.1.1.- Calificación de la inteligencia genera.....	521
8.1.2.- Resultados de la inteligencia lingüística.....	525
8.1.3.- El razonamiento abstracto y el experimento.....	529
8.1.4.- la aptitud numérica y los parámetros del experimento. ....	533
8.1.5.- La inteligencia espacial y las dimensiones de la investigación. ....	536
<b>8.2.- Los tipos de inteligencia y los resultados.....</b>	<b>543</b>
8.2.1.- Resultados en función de la inteligencia general.....	543
8.2.2.- Resultados en función del razonamiento abstracto.....	546
8.2.3.- Resultados en función de la aptitud verbal. ....	549
8.2.4.- Resultados en función de la aptitud numérica. ....	552

8.2.5.- Resultados en función de la inteligencia espacial.....	555
<b>8.3.- Los tipos de inteligencia y la metodología.....</b>	<b>558</b>
8.3.1.- Comparación de los resultados en función de las variables: tipos de inteligencia y escenarios metodológicos.....	558
8.3.2.- Comparación del grupo de los alumnos de mayor inteligencia con la media del grupo .....	562
8.3.3.- Combinación de tipos de inteligencias con los diversos métodos.....	565
<b>8.4.- Otros análisis de las relaciones entre los resultados y tipos de inteligencia.....</b>	<b>574</b>
8.4.1.- Datos de los alumnos en el test.....	574
8.4.2.- Resultados de preguntas concretas del test y problemas. ....	578
8.4.3.- Experimento sobre el 25 % de alumnos que han obtenido las mejores calificaciones en cada grupo, en el test general. ....	583
<b>8.5.- Estudio de los cocientes intelectuales.....</b>	<b>586</b>
<b>8.6.- Ensayo de recopilación .....</b>	<b>591</b>
8.6.1.- La inteligencia verbal .....	591
8.6.2.- La inteligencia lógico-matemática.....	592
8.6.3.- La inteligencia espacial.....	593
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>594</b>

## **CAPÍTULO 9: REFLEXIONES, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS 595**

---

<b>9.1.- Reflexiones sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje .....</b>	<b>598</b>
9.1.1.- El profesor: complejidad de un ejercicio profesional .....	598
9.1.2.- La función de la educación .....	600
9.1.3.- La calidad educativa .....	601
9.1.4.- Las TICs como instrumentos al servicio de la calidad educativa.....	602
9.1.5.-La educación en la sociedad globalizada del conocimiento .....	603
9.1.6.-Importancia y relevancia de la aplicación de la didáctica .....	605
9.1.7.-El saber riguroso de la didáctica. ....	605

9.1.8.-La pluralidad de métodos de la enseñanza.....	606
9.1.9.-El aprendizaje significativo .....	606
9.1.10.-El proceso de aprendizaje .....	607
<b>9.2.- Conclusiones de la investigación .....</b>	<b>608</b>
<b>9.3.- Propuestas derivadas de esta investigación .....</b>	<b>617</b>

## **BIBLIOGRAFÍA 621**

---

## **ÍNDICE DE CUADROS, ILUSTRACIONES Y TABLAS 645**

---

## **ANEXOS 663**

---

## INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos que han servido de estímulo y justifican el trabajo y la investigación que aquí se presenta, ha sido el investigar para conocer y determinar las relaciones que se establecen entre la metodología seguida en las clases de la asignatura de Física, en concreto en las explicaciones de los conceptos fundamentales de la Termodinámica y el aprendizaje de los alumnos de tercer curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). Además de la influencia de los aspectos metodológicos, estimamos interesante averiguar el papel de las motivaciones y la importancia de los tipos de inteligencia en el aprendizaje de una temática como la que presentamos. Nuestro punto de partida se inicia en la experiencia docente, reiteradamente contrastada con otros profesores, de la especial dificultad que aducen los alumnos en el estudio de las materias relacionadas con las ciencias de la naturaleza y de manera específica con a Física. Con la finalidad de aportar conocimiento y datos en torno a dicha cuestión, se ha realizado el trabajo investigador presentado para la obtención del grado de Doctor.

Como aspectos introductorios se presentan dos apartados: el primero se corresponde con un conjunto de argumentos que nos permiten una explicación razonable de la permanente actualidad de los asuntos concernientes a la educación, como los procesos educativos, las dimensiones de los procesos de enseñanza y aprendizaje, políticas educativas, la calidad de la enseñanza – aprendizaje y otros varios. El segundo sintetiza el contenido de cada uno de los capítulos de que consta esta tesis, a fin de ofrecer desde el comienzo, una guía de la temática de los diferentes temas desarrollados, que van aportando respuestas y que convergen en las conclusiones.

*a) Actualidad de la educación.* Se suelen aducir variados argumentos, razonablemente rigurosos, con los que se pretende dar razón de la permanente actualidad e importancia de la divulgación de la educación. En el primer capítulo se ha mencionado el asunto desde la perspectiva de la función de integración social que cumple la educación en un mundo caracterizado por la convergencia y profundidad de los cambios que exigen unos enfoques educativos adaptados para la nueva sociedad emergente. Esta so-

ciudad cambia vertiginosamente y el hombre de hoy ha de aprender a cambiar con él a fin de asegurar su promoción individual y no quedar excluido de los ámbitos laborales y profesionales en los que ha de adquirir los necesarios recursos para su propia existencia y de su familia (Labrador, 2006:101). En segundo término, la educación ha devenido en la piedra angular de la nueva economía de servicios que, por su fuerte componente de competitividad, exige cuantiosas inversiones de recursos en la docencia y en la investigación, por cuanto constituye el factor relevante para el crecimiento de una economía mundializada y de la política en la sociedad del conocimiento (López, 2008:111). En un mundo globalizado la educación es la pieza clave para innovar e inventar, actividades sobre las que se sustenta el desarrollo de los pueblos y el enriquecimiento de las sociedades. En este caso no es lo mismo disponer de los propios recursos que depender de otros de quienes hemos de adquirir los necesarios recursos. Esta situación se afronta con la difusión e intensificación de la educación y más en concreto con la mejor educación en las ciencias. Otro aspecto de importancia actual es la irrupción de las nuevas tecnologías en los más variados ámbitos de la actividad humana, tornando obsoletas múltiples ocupaciones y trabajos y provocando la emergencia de otras nuevas tareas que asumir. Esta situación ha urgido de la forma más abrupta la necesidad de avanzar en la educación permanente, que es el procedimiento con que la política educativa pretende hacer frente al desafío del cambio mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

El desarrollo de la sociedad actual convierte el conocimiento en el recurso estratégico por excelencia que ha permitido hallar nuevos modos y maneras de organizar la producción y el avance de los conocimientos: los equipos científicos además de crecer cuantitativamente, de organizarse con eficacia para alcanzar cotas más altas de eficiencia investigadora y de establecer redes de comunicación e intercambio informativo con otros equipos de científicos dispersos por el planeta, se han abierto a la comunicación con la sociedad de su tiempo y han logrado un reconocimiento social indudable que, además de facilitar recursos progresivamente crecientes para la investigación, estimulan asimismo las vocaciones científicas y disponen favorablemente a la opinión pública respecto de los procedimientos científicos. Ésta no es una cuestión menor, ya que el elemento esencial de la sociedad del conocimiento se integra precisamente en este contexto. Es indudable la acumulación actual de conocimientos, como lo es también el crecimiento cuantitativo de científicos y sus modos de organización en equipos numerosos, burocratizados y subvencionados con recursos públicos y privados. La producción de

conocimientos alcanza unas magnitudes inimaginables en épocas precedentes, que le asemejan a lo que supuso la producción industrial. Sin embargo, estas son diferencias más cuantitativas que cualitativas respecto de las épocas precedentes. Lo esencial de la sociedad del conocimiento es la universal difusión de los procedimientos y los métodos propios de hacer ciencia, que han rebasado los ámbitos científicos, las instituciones académicas y las entidades industriales dedicadas a la investigación y se ha generalizado al público en general, al hombre corriente, que procede en su diario devenir siguiendo procedimientos específicos de la ciencia. De esta manera el hombre actual no puede sustraerse a la nueva educación familiarizándose con procedimientos sustancialmente semejantes al método científico. Esta tesis pone de manifiesto un ejemplo de la orientación científica de la sociedad actual y la justificación de la ubicuidad de la educación en cualquier ámbito social.

En la actualidad, el hombre vive además una situación excepcional y privilegiada de oportunidades, incertidumbres y riesgos<sup>1</sup>, que se sustenta en las frecuentes interrelaciones entre los pueblos, las densas interdependencias económicas y políticas, los inevitables encuentros entre individuos de culturas diferentes y las posibilidades de comunicación entre gentes situadas en espacios alejados, a quienes las nuevas tecnologías, de modo especial Internet, facilitan la comunicación, conectando en pocos segundos a interlocutores de uno y otro extremo del planeta. Esta pertenencia a sociedades abiertas crea la conciencia de corresponsabilidad respecto de hechos producidos en cualquier parte, y exige las pertinentes decisiones de política educativa para que los educandos concluyan esperanzadamente su período específico de formación, puedan acceder con éxito a los ámbitos laborales en diferentes entornos, se hallen complacidos con el capital técnico y humano adquirido mediante la educación recibida y se incorporen con entusiasmo a la sociedad global. Esta tensión hacia horizontes abiertos alienta la reflexión sobre la educación de calidad a la que apunta la tesis, desde sus objetivos específicos. En las circunstancias actuales, la educación no se orienta a producir únicamente la adaptación del individuo a la realidad del presente, que obviamente es uno de sus objetivos permanentes, sino que ha de asumir un proyecto utópico en el sentido de preparar al individuo para alentar los cambios que mejoren la realidad actual, adaptarse a los nue-

---

<sup>1</sup> Sobre la sociedad del riesgo Ulrich Beck ha escrito algunos de los mejores ensayos existentes en la literatura sociológica entre los que destacan dos libros especialmente: *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad* (1998, Paidós, Barcelona) y *La sociedad del riesgo global* (2006, Siglo XXI, Madrid).

vos cambios que se produzcan a lo largo de la vida activa del individuo y ubicarse donde mejor pueda y sea de su agrado.

En la sociedad global las competencias, destrezas y habilidades que han de adquirirse mediante la educación imbrican un componente sustancial de información y conocimiento y éste es siempre difícil de adquirir, pero puede y debe hacerse desde la escuela, que necesariamente ha de competir con otras instancias educativas, lo cual exigirá la introducción de cambios en los procesos de la enseñanza-aprendizaje. Desde otras perspectivas también muy reales se puede afirmar que, hasta tiempos muy recientes, el ser humano encontraba los elementos sustanciales de la identidad en la realización personal por el trabajo, sin embargo, por un conjunto de circunstancias, esa situación aparece hoy como un bien escaso. En consecuencia, se ofrece aquí otro desafío al que hacer frente en el sistema educativo, es decir, la educación ha de abrirse a una nueva área de contenidos que ayuden mediante el estudio y la práctica de valores y mitos, ideas y creencias, a la construcción de la propia identidad personal y social, teniendo en cuenta que el espacio nacional se hace estrecho y progresivamente abierto, que estamos comenzando a vivir es un mundo plural, donde las diferencias constituyen un valor estimado. El sistema educativo ha de pergeñar un diseño humanista capaz de ofrecer a las generaciones jóvenes y a los adultos necesitados elementos válidos para animarles y estimular la construcción de una personalidad sólida, integrada y abierta. El objetivo definitivo consiste en lograr individuos equilibrados y que saben convivir, abiertos al otro, comunicarse con los otros, sin dejar de ser ellos mismos. El tercer envite acentúa la responsabilidad de educar a las nuevas generaciones para que funcionen con corrección, libertad y responsabilidad en el espacio natural, cultural, político, moral y religioso donde han nacido o pretenden vivir. La tarea se orienta a la superación del individualismo radical que cada cual porta en sí mismo y al cultivo de un conjunto de actitudes y hábitos que faciliten al individuo su integración social en la sociedad global. Se hace imprescindible que la educación preste la debida atención a los Derechos Humanos que aseguren la convivencia pacífica, la participación activa y democrática en la vida social y política de la comunidad donde se ubica. El aprendizaje y la práctica democrática deberán estar presentes en las múltiples dimensiones del proyecto educativo, que ha de consolidarse en el desarrollo y en la maduración de la autonomía, la libertad y la responsabilidad de los educandos y de los educadores, tanto en su ámbito de actuación individual como social (Carbonell, 2008:15-16).

Estas circunstancias constituyen reclamos suficientes para que la educación esté tan de actualidad en los diferentes ambientes de la vida de todos los seres humanos en general, de las políticas de los gobiernos, de las familias y de los jóvenes educandos en particular.

*b) Breve descripción del contenido de la tesis.* Como se ha indicado anteriormente, en este apartado se pretende ofrecer una síntesis ordenada del contenido de los nueve capítulos que integran la tesis.

*En el capítulo primero*, bajo el título de *Significado y metas de la educación* se describen los ejes sustanciales y permanentes sobre los que pivota la educación en cuanto instrumento indispensable para que la humanidad progrese hacia los ideales de paz, libertad y justicia social, que han de informar la convivencia colectiva de la Humanidad. Las metas permanentes y las estrategias coyunturales de la educación, así como la calidad educativa en un mundo en que el conocimiento se ha convertido en el recurso estratégico por excelencia constituyen asuntos medulares del capítulo primero. Dos asuntos de la mayor actualidad complementan la reflexión: las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, su inserción en el proceso educativo, con las consecuencias que ello produce en los protagonistas del sistema. El segundo asunto se muestra como condición insoslayable del anterior: se refiere a la presencia y formación permanente del profesorado, que en la situación actual ha de abrirse a las exigencias de la investigación, como elemento integrante de su propio rol de docente dotándole de competencias, que le habilite como agente de innovación en la sociedad tecnológica del conocimiento. Una reflexión en este capítulo viene exigida por la peculiar condición del mundo actual. Vivimos en un mundo globalizado, progresivamente abierto a una pluralidad de culturas y valores que nos atañen y en consecuencia el ser humano en la actualidad es cada vez más consciente de su instalación en un espacio de cambio e incertidumbre, que no colabora precisamente a su tranquilidad. El asunto se plantea desde la perspectiva de la ciudadanía universal y desde la necesidad de unos valores que permitan una convivencia pacífica. Este primer capítulo se ha elaborado desde los supuestos básicos y sustanciales que informan el contexto del proceso educativo y concluye con una breve recapitulación de utilidad metodológica.

*El segundo capítulo Análisis y Contextualización de la Didáctica* tiene un carác-



ter científico-técnico y se dedica al análisis de algunas de las más importantes dimensiones de la didáctica: una breve síntesis de su evolución histórica, el carácter tecnológico y científico de la didáctica, que se acompañan de ciertas consideraciones relativas al contenido, a sus características específicas, a la finalidad y a las tipologías más frecuentes. El análisis se inicia con las perspectivas más relevantes de la didáctica en cuanto disciplina científica que se configura a partir de un marco epistemológico propio, un núcleo denso de contenidos y un discurso propio. Este marco de la didáctica se percibe con mayor claridad y precisión mediante las principales perspectivas a las que se presta especial atención en la tesis: la perspectiva científico-tecnológica, la cultural-intercultural, la sociopolítica o crítica y la profesional-indagadora. Se completa este marco científico con la referencia a las características más relevantes de las siguientes teorías de la enseñanza: cognitivista, artística, comprensiva y sociocomunicativa. El contenido del segundo capítulo comprende también dos asuntos más: el acto didáctico, con especial atención a la acción comunicativa y a las funciones del lenguaje y el currículum así como sus más importantes dimensiones y tipos. Un asunto que se ha considerado de manera significativa es la pluralidad metodológica de la didáctica y su evolución, puesto que los variados enfoques metodológicos constituyen una variable del mayor interés en la investigación empírica que se llevó a cabo. En este capítulo se trató con cierto detalle la pluralidad de métodos en función de diferentes criterios. Un último aspecto, que se ha tratado con especial consideración, se refiere a las fases y tipos de las estrategias didácticas referidas al profesor, a los alumnos, al contenido y al contexto. Se concluye con una síntesis de lo tratado.

*El capítulo tercero* desarrolla un contenido que se recoge con claridad en el mismo título *las dimensiones del aprendizaje*. Lo conforman cuatro apartados: aspectos conceptuales, teorías, factores y tipos de aprendizaje. La elaboración de tales contenidos se lleva a cabo siguiendo un procedimiento pedagógico, que se inicia con el significado, las características y los aspectos conceptuales más interesantes. En segundo término se dedica un amplio apartado a las teorías, en mi parecer, más relevantes del aprendizaje, siguiendo un orden cronológico de aparición: conductismo, cognitivismo, aprendizaje por descubrimiento, la teoría constructivista y el constructivismo social. Un tercer apartado, al que se le prestó especial atención, se constituye por los factores del aprendizaje que permiten complementar un conocimiento más avanzado de las diferentes perspectivas teóricas y descubrir la presencia e importancia de unos u otros elementos en el

aprendizaje y sobre los cuales enfatizan las diferentes teorías. No obstante, podemos considerar que es científicamente defendible que el aprendizaje exige la convergencia de un conjunto de factores, entre los cuales, se aprecian al menos los siguientes: el aprendiz, los contenidos, los procesos, las estrategias, las técnicas y los estilos del aprendizaje. En el cuarto apartado, se hace un breve diseño de ciertos estilos de aprendizaje en los que la atención y el esfuerzo se focalizan en el aprendizaje. En esta modalidad se elaboró una parte expositiva, para luego establecer las diferencias esenciales entre el modelo tradicional y los nuevos modelos de aprendizaje cooperativo y basado en problemas. En este punto se acentúa la descripción de las características entre el modelo clásico y los nuevos modelos, que se sintetizan en los diferentes modos y maneras de construir y transferir el conocimiento, la diversa concepción del estudiante, el proceso del aprendizaje y el papel del profesor, el conjunto de relaciones entre el profesor y los estudiantes, las diferentes modalidades significativas de los contextos y ciertos supuestos de partida que son de progresivo interés en la sociedad actual. Se concluye con un breve apartado de recopilación de lo expuesto en el capítulo.

*El capítulo cuarto Modelos y Procesos de la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias* se refiere al proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza y en especial de la Física. Consta el capítulo de los siguientes apartados: la perspectiva científica de la ciencia de la Física en la que se mencionan algunos de sus más eminentes científicos y se describen tanto las dificultades que el estudio presenta cuanto la utilidad que las ciencias físicas representan para la humanidad. En segundo término se abunda en la idea del párrafo anterior por la vía de las ideas preconcebidas que poseen los alumnos tomadas del lenguaje vulgar y asimismo se referencia la publicación de algunas experiencias sugestivas. En el tercer apartado se especifican importantes modelos del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. El apartado cuatro lleva por título la organización de las actividades, unidades didácticas y trabajo de laboratorio que comprende tanto las actividades que se realizan en el aula de clase, como también la preparación y diseño de las unidades didácticas integradas en la programación, además de la preparación y desempeño del trabajo de laboratorio. El apartado quinto se dedica a los libros de texto: su presentación, aspectos favorables, limitaciones y criterios de valoración del libro de texto. Se continúa con una serie de reflexiones acerca de ciertas consideraciones que se estiman de utilidad en torno a los problemas, la conveniencia metodológica y la necesidad de resolver los problemas en las ciencias

físicas. El apartado séptimo se dedica a la evaluación de la materia, al proceso evaluador dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y a la normativa estatal y comunitaria sobre el proceso evaluador. Por último, el capítulo resalta la importancia de la formación de los profesores para la enseñanza de las asignaturas de ciencias de la naturaleza. Todos estos aspectos se sintetizan con una recapitulación sobre lo más destacable.

*La Metodología Científica y sus Características* da título al capítulo cinco y expresa fielmente su contenido. Lo conforman cuatro apartados: la ciencia y el método científico; la metodología de las ciencias humanas y sociales; la investigación científica y, por último, las fases de la investigación para la tesis. El primer apartado enmarca lo que se va a tratar posteriormente, comprende las nociones conceptuales y más generales de la ciencia y del método científico: la ciencia y sus objetivos, la concepción del método científico y sus características, para terminar con una referencia a las dimensiones – conceptos, hipótesis, leyes, teorías, modelos, paradigmas- que estructuran el procedimiento de la ciencia que denominamos, método científico. El segundo apartado se refiere ya a la metodología de las ciencias humanas y sociales, que constituyen el escenario de unos determinados procedimientos, que se configuran de manera específica para el análisis y explicación y/o comprensión de una especial realidad, en la que la actividad humana ocupa el núcleo central. Por consiguiente no se trata ya de analizar y explicar la realidad de la naturaleza, donde las regularidades de los fenómenos son fijas o cuasifijas. La realidad humana y social está determinada por las características de la acción humana, en concreto la libertad y por consiguiente el caos, la violencia, el conflicto, la competencia y otros rasgos similares están instalados en este ámbito. En consecuencia, en este punto se hace referencia a la variedad de procedimientos y a las aportaciones que los científicos han hecho a la metodología en orden a adecuarlos a esta cambiante y compleja realidad humana y social. También se abunda en la explicación de los tres modelos básicos de la investigación educativa, como no podía ser de otra manera. El tercer apartado se dedica a la investigación científica en sus dimensiones nocionales, características, origen y contenido, así como a sus objetivos. Posteriormente se da una consideración específica a las modalidades de la investigación educativa y, para terminar realizamos una descripción de las fases de la investigación que se ha seguido en la elaboración de la tesis: el planteamiento de la tesis en que se establece el asunto a investigar, es decir, el problema que constituye el objeto de estudio en la tesis centrada en la *didáctica y aprendizaje de los conceptos básicos de la termodinámica -densidad, pre-*

*sión, temperatura, volumen y calor– mediante su relación con la metodología aplicada en el desarrollo de las clases.* Los objetivos, las variables procedimentales, la delimitación del ámbito de la investigación constituyen otros tantos asuntos del planteamiento de la tesis. La segunda fase se centra en la explicación de las técnicas utilizadas en el estudio para recoger la información necesaria en orden a la comprobación de los objetivos planteados en la tesis. En concreto el uso de los libros, capítulos de libros, artículos de revistas constituyen la base documental de los cinco primeros capítulos. En los tres últimos capítulos se usan con preferencia los datos primarios obtenidos mediante la aplicación de test de motivación, de test acerca de los temas de física contenidos en el trabajo, además de test de inteligencias múltiples que se ha aplicado a la muestra objeto de la investigación. Estos test fueron validados por expertos y también fue estudiada su fiabilidad. En la tercera fase, los datos obtenidos por medio de los programas Excel y Origin, se tabularon y se convirtieron los resultados absolutos en porcentajes y medias, se ordenaron los resultados en función de las variables seleccionadas, para proceder a la tarea de interpretar y analizar, en la búsqueda de las pertinentes explicaciones. En el último apartado se ofrecen algunas normas y se mencionan algunos inconvenientes a evitar en la elaboración de las conclusiones.

En el capítulo seis se presentan *los aspectos motivacionales de los alumnos* en la investigación a fin de mostrar las posibilidades de verificación de los objetivos específicos con la realidad de los motivos, conocimientos y tipos de inteligencia propios del grupo de alumnos de tercer curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria que integran los tres grupos a los que se les habían impartido las primeras nociones de la ciencia física. En este capítulo son cinco los apartados dedicados a analizar las dimensiones relativas a la motivación de los alumnos. Se comienza por presentar los perfiles organizativos y de funcionamiento de la clase, puesto que cada uno de los tres grupos de alumnos que integran el tercer curso de la ESO se ubica y va a funcionar en un escenario metodológico diferente:

- Con un grupo se va a seguir la metodología tradicional.
- Otro grupo desarrollará las clases según el aprendizaje cooperativo.
- El tercer grupo va a emplear en el aula las TIC.

Estos son los grupos sobre los que está prevista su observación y recogida de información en orden a la verificación de los objetivos de la tesis. En el segundo aparta-

do, se exponen los resultados hallados al comienzo de la investigación con anterioridad a la experiencia investigadora, con el propósito de conocer el conjunto de ideas previas y preconcebidas que albergan los alumnos, tomadas de la relación diaria, de la vida práctica y de su exposición a la influencia de los medios de comunicación social, respecto de las cuestiones de la física que se van a estudiar datándolo del rigor científico exigible en la tarea docente. El tercer apartado está dedicado al estudio del interés de los alumnos en torno a la asignatura de Física, con anterioridad a su estudio reglado en 3º de ESO. En el cuarto apartado se concretan cuál puede ser el interés preferente, o motivos dominantes, entre los muchos intereses que les animan en el estudio de la física. El apartado cinco se centra en los resultados obtenidos por el test de motivación entre los alumnos que se lleva a cabo con posterioridad a la experiencia investigadora y que nos permite comparar los resultados anteriores y posteriores al experimento planteado, tanto en relación con los prejuicios e ideas previas como respecto de los conocimientos adquiridos. Se concluye con la recopilación de los principales hallazgos.

*En el capítulo siete se analizan los resultados obtenidos del estudio de los conceptos básicos de la termodinámica* que fueron seleccionados como contenido para llevar a cabo la investigación empírica. Dichos conceptos son la densidad, la presión, el volumen, la temperatura y el calor. La elaboración y el desarrollo del capítulo se estructura en tres apartados: el primero se centra en los resultados obtenidos respecto de las dimensiones teóricas, es decir, la explicación y comprensión de las definiciones básicamente, sobre los conceptos presentados a estudio y evaluación. En el segundo se analizan los ejercicios presentados para su elaboración. Destacamos que, con los ejercicios propuestos se estudió la capacidad no solo de memorizar definiciones sino de ejercitar la capacidad de razonamiento para hacer los ejercicios de la física presentados para el estudio, comprensión y resolución de los interrogantes propuestos sobre ellos. El tercer apartado se corresponde con los problemas en los que se somete a control no sólo los conocimientos de física adquiridos sino sus habilidades para el cálculo numérico y el razonamiento abstracto puesto que la capacidad para entender la física y resolver los problemas de la física requieren de un conocimiento previo de las matemáticas. Con ánimo de avanzar en la influencia del procedimiento de la enseñanza-aprendizaje en la comprensión de los conceptos de la física propuestos para su estudio y evaluación, se ha añadido un cuarto apartado en que se analizan los resultados en función de las medias

obtenidas por los grupos metodológicos y referidas a los aspectos teóricos y de manera especial a los problemas. Se concluye con un apartado de recopilación global.

*El capítulo ocho* exhibe un título que expresa bien su propio contenido: *Relación entre Resultados, Inteligencia y Metodología*. Se comienza con la exposición de los tipos de inteligencia en los que nos vamos a centrar en el estudio: inteligencia general, lingüística, razonamiento abstracto, aptitud numérica e inteligencia espacial, y se van estableciendo las correspondientes relaciones entre los tipos de inteligencia, los conocimientos obtenidos y los métodos aplicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se clasifica el contenido del capítulo octavo en seis apartados: en el primero se atiende de manera directa a los resultados de los diferentes tipos de inteligencia. En el segundo apartado la variable independiente son los resultados del test de evaluación de conocimientos, que se relacionan con los tipos de inteligencia. En el tercer apartado la metodología se establece como variable independiente y se relaciona con los tipos de inteligencia y los resultados. En el apartado cuarto de este capítulo se establecen unas específicas relaciones entre grupos de alumnos con especiales rasgos de calificación obtenidos en el test de conocimientos, tipos de inteligencia y métodos aplicados; preguntas de respuesta breve y problemas; alumnos con las mejores calificaciones, tipos de inteligencia y métodos aplicados. Se concluye con la síntesis de las principales ideas expuestas en el capítulo.

*En el capítulo nueve se recogen tres tipos de asuntos:* se realiza un análisis centrado principalmente en los asuntos teóricos de los cuatro primeros capítulo. El segundo apartado recoge las conclusiones inferidas de la investigación empírica y el tercer apartado presenta las propuestas que se formulan desde la interpretación y análisis de los datos recogidos en la tesis.

Este trabajo de tesis constituye la reflexión del doctorando sobre los modos y procedimientos de la enseñanza-aprendizaje, referido principalmente a los contenidos de la Física que, a modo de alternativas, se vienen practicando y que ofrecen resultados variados y hasta diferentes. Estas consideraciones, los resultados de la investigación y la experiencia profesional, quedan plasmadas en este trabajo.



## **Capítulo 1: SIGNIFICADO Y METAS DE LA EDUCACIÓN**

### **CONTENIDO:**

---

#### **1.1.- Concepto de educación**

#### **1.2.- Metas permanentes de la educación y estrategias**

#### **1.3.- La calidad de la educación**

1.3.1.- Definición y condiciones de la calidad

1.3.2.- Núcleos semánticos de la calidad

1.3.3.- Requisitos de una calidad efectiva

1.3.4.- Indicadores de evaluación de la calidad

1.3.5.- El futuro de la educación

#### **1.4.- Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)**

1.4.1.- El espacio digital y los cambios educativos

1.4.2.- Aportaciones relevantes de las TICs

#### **1.5.- Competencias y formación del profesorado**

1.5.1.- La formación permanente del profesor

1.5.2.- Características de un modelo de profesor

1.5.3.- El rol de profesor y la investigación

#### **1.6.- Retos morales y educativos de la globalización**

1.6.1.- Hacia una ciudadanía universal

1.6.2.- Valores para una convivencia universal



## **1.7.- Ensayo de recapitulación**

1.7.1.- Escenarios de la situación

1.7.2.- Funciones de los medios tecnológicos

1.7.3.- El profesor como actor social responsable

1.7.4.- Reflexión sobre la calidad de la educación

## **Bibliografía.**

## **Capítulo 1: SIGNIFICADO Y METAS DE LA EDUCACIÓN**

En la sociedad actual se están produciendo cambios muy variados, profundos y acelerados hacia un mundo global, que comportan de manera significativa oportunidades individuales y grupales de acceder a la información y a nuevas relaciones o encuentros culturales diferentes. En cierto modo vivimos una situación excepcional, privilegiada. En nuestros días se ha tomado conciencia clara de las frecuentes interrelaciones entre los pueblos, las densas interdependencias económicas y políticas, los inevitables encuentros entre individuos de culturas diferentes y las posibilidades de comunicación entre gentes situadas en espacios alejados, a quienes las nuevas tecnologías, de modo especial Internet, facilitan la comunicación conectando en pocos segundos a interlocutores de uno y otro extremo del planeta. Estos fenómenos se acumulan, generan cambios hacia horizontes de relaciones más amplios, lo que se traduce en que los ciudadanos se mueven en espacios cada vez más abiertos, es decir, las relaciones sociales, políticas, económicas y culturales se producen en ámbitos más abiertos y en consecuencia más competitivos, no solo en aspectos cuantitativos sino también cualitativos.

Esta implicación de mayor calidad en las relaciones exige que los individuos -a lo largo de su vida- han de velar por mantener su capital humano, a fin de no ser desplazados de los espacios sociales por donde discurre su existencia. Considerando esta realidad incontestable a la que hacer frente, no cabe duda que en la época de especial preparación y que se destina preferentemente a acumular un capital humano y social, los individuos han de aprovisionarse de competencias, destrezas y habilidades en cantidad y calidad de orden superior a las generaciones pasadas, precisamente porque han de competir cada vez con más competidores y mejor preparados, porque se compite en espacios abiertos y cambiantes. Sin embargo, la incuestionable ubicación en la sociedad globalizada del conocimiento acentúa más, si cabe, que la promoción individual y el progreso de la humanidad van a seguir vinculados a la producción, conservación, aprendizaje y difusión de los conocimientos.

En coherencia con tales supuestos, la política educativa ha de esforzarse en poner al alcance de los ciudadanos los medios y recursos que faciliten el progresivo equipamiento cognoscitivo y competencial de los ciudadanos, no solo en las etapas de la adolescencia y la juventud sino a lo largo de toda la vida activa del ciudadano. Para to-

dos, estos cambios han aumentado la incertidumbre que siempre, aunque con mayor intensidad en la actualidad, acompaña el devenir humano. En este sentido, Bauman (2007) establece tres factores que afectan a estas incertidumbres: lo que él denomina la vida líquida en que caen las estructuras de la sociedad moderna que se descomponen antes de tener tiempo como para asumirlas, la separación entre poder y política y como tercer factor señala la desaparición gradual de los seguros públicos que garantizaba el Estado y cubrían el fracaso individual. Para algunos sin embargo, las mudanzas habidas se han convertido en fuente de gozosas oportunidades mientras que para muchos otros han creado situaciones intolerables de pobreza y marginación.

Trasladar esta perspectiva al mundo del trabajo, el ámbito donde tienen lugar las mayores transformaciones sociales y técnicas, supone que han de cambiarse los parámetros educativos por el momento vigentes, si hay voluntad política decidida a que las mujeres y los hombres, cuando concluyan su período específico de formación, se incorporen con éxito al mundo laboral, porque se le ha dotado del equipamiento técnico – profesional adecuado. Esto tan sencillo de enunciar tiene implicaciones muy complejas. Estamos en un momento socio–económico en que el recurso de mayor valor es el conocimiento. Es fácil concluir que las competencias, destrezas y habilidades que han de adquirirse en la etapa de formación tienen un componente sustancial de información y conocimiento. El conocimiento es siempre difícil de adquirir, pero puede y debe hacerse desde la escuela. Ello significará introducir cambios en el aprendizaje de los estudiantes y en la formación del profesorado, que tendrá que poseer en grado excelente los conocimientos que ha de transmitir y deberá manejar con fluidez los procedimientos, los métodos, las técnicas y las reglas de didáctica. El objetivo último es lograr que el individuo se integre en el mundo del trabajo con el mayor éxito individual, familiar y social.

Hasta épocas recientes, en el trabajo profesional, el ser humano encontraba naturalmente los elementos centrales de la identidad personal, con la consiguiente educación del carácter, en la que el trabajo constituyó siempre un elemento decisivo. Sin embargo, en la actualidad ese ideal de la realización personal por el trabajo, por un conjunto de circunstancias, aparece hoy como un bien escaso. En consecuencia se ofrece aquí otro desafío al que hacer frente en el sistema educativo, es decir, la educación ha de abrirse a una nueva área de contenidos que ayuden a través de valores y mitos, ideas y creencias, a la construcción de la propia identidad personal y social, teniendo en cuenta que el mundo progresivamente abierto, en el que estamos comenzando a vivir es un mundo plural, donde las diferencias tienen carta de ciudadanía. El sistema educativo ha de per-

geñar un diseño humanista capaz de ofrecer a las generaciones jóvenes elementos válidos para animarles y estimular la construcción de una personalidad sólida, integrada y abierta. En este caso, el objetivo definitivo consiste en lograr individuos equilibrados y que saben convivir, abiertos al otro sin dejar de ser ellos mismos.

El tercer desafío que se presenta con gran fuerza y dificultad es la educación para la ciudadanía. Educar a las nuevas generaciones para que funcionen con corrección y normalidad en el espacio natural, cultural, científico, social, político y religioso donde ha nacido, donde tiene sus raíces y donde discurrirá la mayor parte de la vida para la mayoría de ellos, constituirá otra de las tareas de importancia a que hacer frente. El objetivo es superar el individualismo radical que cada cual porta en sí mismo y cultivar un conjunto de actitudes y hábitos que faciliten al individuo su integración social en la comunidad donde ha nacido y en la que quiere vivir la mayor parte de su vida, sin renunciar a la solidaridad necesaria con todos los seres humanos. La educación para la ciudadanía madura es un área nueva de conocimientos, con que equipar al hombre actual para que a la postre se logre una comunidad nacional abierta a los necesarios cambios, que profesa la conveniente devoción a su patria, respeta su trayectoria cultural, disponiéndose desde el conocimiento y aprecio de sus importantes espacios naturales y culturales, a enriquecerlos con su talento y esfuerzo. La convivencia social, pacífica y armoniosa constituye aquí el objetivo a lograr.

Estos desafíos ya están demandando soluciones. Todos los países pueden y deben prestar atención a estos retos, que son asequibles desde una educación adecuada a los tiempos presentes. Se impone invertir en educación. Por no ser de rendimiento inmediato, a veces, los gobernantes se ven obligados por otros asuntos, que podrán ser más inmediatos pero en ningún caso serán más rentables. Aun en situaciones de crisis económicas, las sociedades han de hacer estas transformaciones. Estas mudanzas antaño concernían más directamente a individuos y familias, mientras que, en la actual sociedad, redundan de diferentes formas sobre las sociedades y los pueblos. Sin embargo, hay razones para la esperanza y no ha de echarse en olvido lo que ya constataba hace casi veinte años Theodore W. Schultz, cuando advertía que de la contemplación de tantos cambios no se siguen necesariamente presagios apocalípticos para la humanidad ya que ésta también está aumentando sus capacidades en el mundo entero “*y en los adelantos cognitivos útiles está la clave de la futura productividad económica y de sus contribuciones al bienestar humano*” (Schultz, 1985:9). De igual modo, el Informe del Banco Mundial, “*El conocimiento al servicio del desarrollo*”, correspondiente al año

1998–1999, en el Prefacio el entonces Presidente James D. Wolfensohn “*si nos convencemos que el conocimiento es un elemento fundamental de todas nuestras iniciativas en pro del desarrollo, descubriremos alguna vez soluciones imprevistas a problemas aparentemente insolubles*” (Wolfensohn, 1999: iv).

### 1.1.- Concepto de educación

Múltiples son las definiciones y concepciones acerca de la educación, con rasgos similares en unos casos y en otros tan dispares que resulta difícil entenderse. En lo que parece existir una mayor coincidencia entre los autores es en destacar su incuestionable importancia para la sociedad. En el informe Delors se afirma que “*frente a los numerosos desafíos del porvenir, la educación constituye un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social. (...) La educación tiene una función esencial en el desarrollo humano más armonioso, más genuino, para hacer retroceder la pobreza, la exclusión, las incomprensiones, las opresiones, las guerras, etc. Para hacer realidad esto hace falta que los que estén investidos de alguna responsabilidad presten atención a los objetivos y a los medios de la educación.*”(Delors et al., 1996: 14)

En documentos de reconocida autoridad como la UNESCO en el 2003 advierten que la educación es la condición básica para el progreso y para la construcción de la sociedad contemporánea: el desarrollo y el subdesarrollo tecnológico y humano son variables dependientes de los niveles educativos y cognitivos; además, la inversión en educación es rentable para todos los países, sea cual fuere su nivel de desarrollo: inversión educativa y crecimiento económico son correlativos. La educación debe buscar el máximo desarrollo de la persona en todas sus facetas (físico, intelectual, emotivo, social...) y acercar ‘la cultura’ de la sociedad en la que vivimos (ideas, lenguajes, instrumentos, valores...). El objetivo final es que las personas podamos vivir felices en la sociedad y contribuir a mejorarla. En consecuencia es una actividad neurálgica en el desarrollo de la persona, de toda persona, de tal modo que la educación debe promover la satisfacción personal y la mejora de la sociedad. La educación es algo complejo porque comprende todos los estímulos y los resultados que delatan un progreso perfectivo en la conquista de esta meta tan difícil y en apariencia tan banal: que el hombre descubra y forje su propio ser, que reencuentre y conquiste su faz humana. También se puede

leer en el informe Delors que la educación no es sólo aprender a conocer y aprender a hacer, sino que engloba aprender a vivir y aprender a ser.

Existen otras características que dan a entender la gran cantidad de ámbitos en los que influye la educación como son las diferentes disciplinas, se relaciona con la Psicología, la Filosofía, la Sociología, además de otras más específicas como son la Didáctica, la Ética, la Epistemología. Sin embargo, no son sólo estas disciplinas sino que también a través de la educación se imparten conocimientos de Geografía, Biología, Geología, Física, Matemáticas, etc. Al hablar de educación se impone la referencia a las diferentes áreas del saber.

En la actualidad es incuestionable la relevancia social y política que se atribuye a los asuntos relativos a la educación: tiene un ministerio en cada país, los gobiernos dedican muchos recursos económicos y humanos a la realización de actividades educativas para los ciudadanos, los medios de comunicación tienen secciones fijas dedicadas a la educación y los organismos internacionales prestan gran atención a este ámbito de la sociedad. Es extraño el día que no se ha oído en la radio, visto en la televisión, leído en un periódico nada acerca de la educación. Incluso como dato anecdótico si se busca en la red algo relacionado con la educación se encontrarán alrededor de setecientos millones de páginas. La educación no sólo ha tenido importancia en los siglos XX y XXI, es conocido que ya empezó a desarrollarse en el ámbito familiar de las primitivas comunidades humanas. Durante la historia hubo un momento en el que la institución de la familia no se bastaba y surgió la institución escolar. Durante siglos, la familia y la escuela estimularon el desarrollo educativo de las personas. La organización del Estado moderno en los últimos siglos puso de relieve el valor político de la educación, y todo el siglo XIX se nos aparece en España como un continuo dictar y modificar disposiciones relativas a la enseñanza.

Aunque habrá oportunidad de referirnos a las orientaciones pedagógicas de los últimos siglos, se puede afirmar que se ha pasado desde los planteamientos rousseauianos de “Vivir es el oficio que te quiero enseñar”, a la formulación de Edouard Claparède en su obra *La Educación Funcional* (1921), de educar para la vida, a teorías más recientes que postulan una educación para situaciones emergentes. Han pasado más de dos siglos, en los que numerosos pedagogos han aportado ideas, proyectos y aplicaciones didácticas que han supuesto avances significativos.

A favor de la claridad expositiva se ha de proceder desde el comienzo a determinar de alguna manera el significado o los significados que tiene el término educación. En sentido etimológico, *e-ducare* es conducir de un estado a otro. Es, por lo tanto, modificar en determinado sentido al sujeto de la educación. Es obrar de una manera premeditada sobre el ser vivo, a fin de conducirlo a una meta prefijada. Desde esta perspectiva del desarrollo de las capacidades del educando se manifiestan algunos autores, como Platón, para el que la educación tiene por fin dar al alma y al cuerpo toda la belleza y perfección de que son susceptibles; Pestalozzi (1801) asume que la educación es el desarrollo natural, progresivo y sistemático de todas las facultades del ser humano que se educa; J. Simón (1929) afirma que la educación es una operación mediante la cual un espíritu forma un espíritu y un corazón forma un corazón y para Dewey(1927) la educación no es una preparación para la vida, es la vida misma.

Concebir la educación como un proceso de sometimiento del individuo, sus tendencias e instintos a los dictados de la razón para asegurar el dominio del hombre sobre sí mismo es el cometido que Locke (1693) asigna a la educación, se debe alcanzar la capacidad de someter la conducta a los dictados de la razón.

Se puede avanzar en el significado de la educación desde la perspectiva de la educación como un arte cuya pretensión fundamental es la búsqueda de la perfección humana. En este sentido en la educación se integran dos elementos esenciales: el primero estaría representado por la disciplina, que tiene como función la represión de la animalidad, de lo instintivo, las tendencias aislacionistas, violentas o disgregadoras. El segundo elemento sería la instrucción, la parte más positiva de la educación, que consiste en la transmisión del conocimiento, las competencias, las habilidades y las destrezas de una generación a otra. Mounier (1936) en el Manifiesto al servicio del personalismo defiende que el propósito de la educación es hacerle madurar y equiparle de la mejor forma para que descubra la vocación, ésta constituye su propio ser y el centro de convergencia de su responsabilidad como hombre. Para Casotti (1956), la educación es perfeccionamiento de las funciones superiores del hombre, de lo que éste tiene de específicamente humano. En el sentido de interpretar la educación como proceso de desarrollo de la persona y de fortalecimiento de sus derechos, aparece definida la educación en la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), que en su artículo 26.2 se dice textualmente lo que sigue: “*la educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos y a las libertades*

*fundamentales; favorecerá la comprensión, la tolerancia y la amistad entre todas las naciones y todos los grupos étnicos o religiosos; y promoverá el desarrollo de las actividades de las Naciones Unidas para el mantenimiento de la paz.”*

Desde una perspectiva externa al educando, desde la realidad que nos circunda que constituye nuestro medio se ubica Paulo Freire (1965) para definir la educación como un doble proceso: el primero de comprensión de la realidad en que se ubica el educando para comprenderlo y cambiarlo, cuyo cambio ha de transformar al individuo también. La educación es como un espacio de reflexión y crítica, que debe partir de un análisis de la realidad que nos rodea, para comprenderla y en un proceso de aprendizaje mutuo estar dispuestos a transformarla, debe ser un acto de permanente liberación, donde cada uno de los actores alcancen no solo la transformación del mundo, sino también su propia transformación en la que la reflexión y la crítica se conviertan en una unidad dialéctica que permita avanzar hacia la construcción de una sociedad nueva. En esta perspectiva y desde el punto de vista etimológico se ubica asimismo Ortega y Gasset, para acentuar el carácter de cambio que implica la educación, que proviene de lo que los latinos llamaban *eductio* o *educatio*, la acción de sacar una cosa de otra o la acción de convertir una cosa menos buena en otra mejor. Su concepto de educación parece tener su raíz en el término ‘*educatio*’: por educación se entiende el conjunto de actos humanos que tienden a transformar la realidad dada en el sentido de un ideal. Establecido el significado del concepto de educación, Ortega (Escámez, 1993) se plantea determinar las funciones de la pedagogía, como ciencia de la educación y le atribuye dos específicas: la primera es la determinación científica del ideal, del fin de la educación; y la segunda función, que es esencial, consiste en hallar los medios intelectuales, morales y estéticos mediante los cuales se logre polarizar al educando en dirección de aquel ideal. Por la educación tenemos que transformar al hombre real, al que “es”, en el sentido del ideal, el que “debe ser”.

Como es fácil observar, existen muy diferentes definiciones de la educación, sin embargo también se percibe una sustancial coincidencia en que la educación apunta al ‘desarrollo’ del ser humano educando si bien otros autores prefieren utilizar el término ‘perfeccionamiento’ para expresar la misma idea de mejora de la naturaleza del hombre, su humanidad y las funciones del hombre. Sin duda que el término educación se refiere a muchas dimensiones del ser humano, no sólo a los conocimientos o a los procedimientos sino al ser humano en su integridad. Según el informe Delors, la educación



contribuye al desarrollo humano en todos sus aspectos. También es verdad que sobre el concepto de educación se han producido innumerables variaciones significativas a lo largo del siglo pasado, por ejemplo Lebon (1895) define la educación como la transición de lo consciente a lo inconsciente, es decir, formar un autómatas. A finales de siglo, Coll y Solé (1990) definen a la enseñanza como un proceso continuo de negociación de significados, de establecimiento de contextos mentales compartidos, fruto y plataforma, a su vez, del proceso de negociación. Tales cambios parecen apuntar a las diferentes perspectivas que acentúan unos aspectos de la educación como es la transmisión de los conocimientos y sus correspondientes procedimientos metodológicos y didácticos y en otros escenarios se proyecta la atención con mayor intensidad sobre el aprendizaje. Sin embargo, en la mayoría de definiciones se hace siempre un gran hincapié en el perfeccionamiento, desarrollo, transformación de una persona, esto es, en el aprendizaje no sólo de conocimientos, competencias, habilidades y destrezas sino también en aprender procedimientos y aprender a ser.

## **1.2.- Metas permanentes de la educación y estrategias.**

La reflexión sobre la Educación se está generalizando en todas partes. Las razones de ello son varias: desde la función de integración social que cumple la educación y que en un mundo en cambio se hace ineludible, pero también se justifica el análisis porque la educación ha devenido en la piedra angular de la nueva economía de servicios, con todo el elenco de conceptos antiguos pero con renovados contenidos – competitividad, productividad, innovación - y se ha convertido en una especie de nueva filosofía del desarrollo sostenible. En la Unión Europea, desde hace unos 18 años, se acumulan experiencias, se escriben informes, se convocan seminarios y se organizan congresos para el análisis de la educación en sus varias dimensiones y esgrimiendo las más variopintas justificaciones. Como ejemplo, cabe señalar la reunión del Consejo Europeo, celebrada en Lisboa en marzo del año 2000, una de las finalidades era convertir la economía europea en la economía basada en el conocimiento, más competitiva y dinámica del mundo capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social. Para el logro de esta encomienda, el Consejo Europeo adoptó la denominada “estrategia de Lisboa”, que consiste en un conjunto de acciones, que se abren a ámbitos diferentes, aunque relacionados con el área de la educación en sus diferentes niveles: la investigación científica, la educación, la formación

profesional, el acceso a Internet y hasta la reforma de los sistemas de protección social europeos, siempre teniendo en cuenta la necesidad de modernizar estas estructuras para hacerlas sostenibles de modo que las generaciones futuras puedan beneficiarse de ellas. Sin embargo, en mi parecer, más allá de las razones coyunturales que puedan aducirse, el análisis sobre la educación encuentra su apoyo fundamental en las metas permanentes que son esenciales a la misma educación. A ellas voy a referirme teniendo en cuenta que por su condición de metas configuran el horizonte que da sentido a los procesos educativos y formativos en cualquier sociedad, que se diseñan precisamente desde las metas más generales que la sociedad atribuye a la educación, como son el desarrollo del individuo, de la sociedad y de la economía.

No cabe duda que los ritmos crecientes con que cambian la sociedad y la economía en la era de la globalización y los efectos de la convergencia e interdependencia que afectan a las sociedades actuales han de ser contemplados en los procesos educativos de cualquier país. En la tesis esta circunstancia merece especial atención y requiere que se centre la reflexión en el análisis de la enorme complejidad de lo que convenimos en denominar la sociedad globalizada del conocimiento. Para el doctorando la situación constituye el marco común de la educación y es un factor casi determinante de muchas circunstancias que van a afectar a los procesos educativos. En primer término, el sistema educativo ha de ajustarse al desarrollo del individuo, para que pueda desplegar todo su potencial y llevar una vida saludablemente feliz y provechosa. *“Una educación de calidad es una educación integral, esto es, una educación de la persona, de toda persona, de cada persona, orientada a su capacitación para formular y llevar a cabo un proyecto de vida valioso en lo personal y socialmente útil”*(Comité de Educación de la Asociación Española para la Calidad, 2005:107). En escenarios sociales de otras épocas, la consecución de estos objetivos pudiera seguir otras rutas, suficientemente satisfactorias. Sin embargo, en las circunstancias actuales la vía normal de acceso a un nivel de calidad de vida aceptable, para la inmensa mayoría de los individuos de cualquier sociedad moderna, pasa por los procesos educativos y formativos. Teniendo en cuenta que los individuos integrados en el sistema educativo son y serán cada vez con mayor responsabilidad los agentes de la acción histórica de su sociedad, es obvio que mediante la educación han de formarse en los contenidos educativos que les faciliten la adaptación a los cambios que sobrevengan, *“para que puedan ejercer plenamente su libertad, sin estar sujeto a la subordinación de otras personas y cosas ni a todo tipo de manipula-*

ciones y para que pueda participar activamente en la vida social” (Carbonell S., 2008: 12).

En segundo término será siempre una meta a perseguir por la educación el desarrollo de la sociedad. Se ha de tener en cuenta, como decía Galbraith (1996) en su obra *Una sociedad mejor*, que ni siquiera en el mundo actual, donde los asuntos económicos priman sobre cualesquiera otros, la universidad puede quedar enfeudada al servicio de la economía, tiene otras funciones sociales y políticas de mayor amplitud. De otra forma, se dice que *“por un lado, la enseñanza tiene una relación vital con la tranquilidad y la paz social, la educación es lo que proporciona la esperanza y la realidad de escapar de los estratos sociales y económicos menos favorecidos. Se progresa con la educación y sólo con la educación”* (Puyol Antolín, 1997:30). La educación es un proyecto utópico que entraña la construcción de una sociedad más próspera pero también más justa, que lleva consigo la reducción de las desigualdades entre individuos o grupos. Reducir las desigualdades más escandalosas se hace necesario para asegurar una convivencia pacífica y un grado satisfactorio de integración social, capaz de vincular a los individuos de una colectividad con el proyecto nacional común. La UNESCO (2007) defiende que la educación de calidad ha de vincularse con el concepto de la pertinencia social, es decir, una educación de calidad ha de emplazarse a dar soluciones a las necesidades y problemas de la sociedad y, más especialmente, a los relacionados con la construcción de una cultura de paz y de un desarrollo sostenible. Desde esta perspectiva, la educación constituye un elemento esencial del interés general que promueve el bienestar material, cultural y espiritual de la comunidad. La positiva relación entre la educación y el desarrollo de la sociedad está patente en numerosos documentos de autoridad reconocida internacionalmente, que el profesor Maceiras (2006) ha recogido y sintetizado en cinco breves conclusiones, que nos parece del mayor interés reproducirlas: 1ª) La educación es la condición básica para el progreso y la construcción de la sociedad contemporánea: el desarrollo y el subdesarrollo tecnológico y humano son variables dependientes de los niveles educativos y cognitivos. 2ª) La inversión en educación es rentable para todos los países, sea cual fuere su nivel de desarrollo: inversión educativa y crecimiento económico son correlativos. 3ª) Las exigencias de invención e innovación no permiten que los objetivos educativos sean definidos por el mercado, respondiendo a la demanda de trabajadores genéricos o expertos asociados a competencias específicas. 4ª) La formación básica inicial – primera y segunda enseñanza – tanto en la configuración de hábitos como en conocimientos, es el substrato que facilitará siempre y en mayor grado la adapta-

ción, el reciclaje, la formación permanente y la adecuación a situaciones inicialmente no previstas. 5ª) La ordenación de prioridades y la previsión de necesidades profesionales futuras, según sectores de actividad, es una exigencia política, con una aproximación a sus costes educativos.

En tercer término ha de considerarse como una meta de la educación el desarrollo de la economía, haciendo lo necesario para que las capacidades de la mano de obra correspondan a las necesidades de las empresas y de los empleadores. Alcanzar esta meta significa que las mujeres y hombres, cuando concluyan su período de formación, se puedan incorporar con éxito al mundo laboral, porque se les ha dotado del equipamiento técnico – profesional adecuado. Una vez más es preciso tomar contacto con la realidad en que vivimos: nos adentramos cada vez más en la sociedad globalizada del conocimiento y en esta situación el mundo y las sociedades se hacen más abiertas y más competitivas. Por consiguiente, es indispensable un esfuerzo mayor para que el sistema educativo y formativo prepare a los individuos con rigor pertinente, para las tareas a realizar en la sociedad, no solo del presente sino también del futuro, que no está alejado en siglos, sino a la vuelta de ocho o diez años en que los procedimientos y técnicas de producción han cambiado. Por ello, la economía requiere trabajadores con *“la capacidad de aprender rápidamente – pero principalmente de aprender de manera permanente - y de trabajar en equipo de manera confiable y creativa”* (Torres y Morrow, 2005:37). La nueva economía, a veces denominada *“economía inmaterial”*, se diferencia de la economía tradicional, ligada a productos y a su transformación, *“se basa fundamentalmente en el conocimiento y en la adecuada gestión de sus especializaciones”* (Íbidem). En ella también se trata con productos pero su fuerza y las motivaciones son independientes de la acción de producir. En la economía inmaterial, el componente básico de la producción es el conocimiento, el ingenio, la organización y la actividad mental. De estos supuestos se concluye que el precio de los objetos no es independiente de las estrategias racionales, de la preparación científica de los profesionales y de sus destrezas técnicas para planificar, diseñar y prever la eficacia competitiva. En la Unión Europea, las reformas educativas, a veces excesivamente utópicas, contemplaban como horizonte a lograr estos grandes objetivos tal como se expresa en el texto que la Comisión presentó al Consejo:

*“En conjunto, los Estados miembros opinan que la educación debe ayudar a conseguir tres objetivos principales: el desarrollo del individuo, para que pueda desplegar todo su potencial y llevar una vida feliz y fructífera; el desarrollo de la sociedad, en*

*particular reduciendo las disparidades y desigualdades entre individuos o grupos; y el desarrollo de la economía, haciendo lo necesario para que las capacidades de la mano de obra correspondan a las necesidades de las empresas y los empleadores. Para alcanzar estos objetivos, habría que aplicar una estrategia de aprendizaje permanente que superara las tradicionales barreras existentes entre los diferentes componentes de la educación y la formación de carácter formal e informal”*(Comisión de las Comunidades Europeas, 2001:59).

Para alcanzar estas metas permanentes, habrán de configurarse unas estrategias educativas apropiadas a las circunstancias actuales. Además de la formación se requiere organización, para que cada cual ocupe el lugar y asuma la responsabilidad más adecuada a sus competencias, habilidades y conocimientos. La formación de la nueva ciudadanía nacional cambiará de manera decisiva, hacia unos horizontes de cambio de funciones y de competencias básicas y sociales que vienen compendiadas en la llamada “*la sociedad de la información*” que impone avances significativos de “*un mayor reconocimiento de la diversidad y la interdependencia global*” (Torres y Morrow, 2005:41).

En relación con la presente estrategia, se contemplan algunos aspectos de relevante interés para el asunto que nos concierne: 1) Se impone el análisis de fórmulas favorables al reconocimiento de tipos diferentes de aprendizaje, la educación formal <sup>1</sup> reglada y la formación informal. Es ineludible el reconocimiento de los nuevos cauces y formas del aprendizaje. Se requiere el reconocimiento de los nuevos cauces y el diseño

---

<sup>1</sup> TRILLA BERNET, J. y SAMARRONA, J. (1992). “El término “Educación No Formal” tiene sus orígenes en la: “Conferencia Internacional Sobre la Crisis Mundial de la Educación”. La conferencia fue celebrada en Williamsburg, Virginia (USA) en 1967. La elaboración de las memorias de la conferencia estuvo a cargo del “Instituto Internacional de Planeación de la Educación” dirigido por Philip H. Coombs y que un año más tarde dio origen a la muy conocida obra “La Crisis Mundial de la Educación”. La educación formal haría referencia al “sistema educativo institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado que abarca desde la escuela primaria hasta la universidad.” El aprendizaje formal es intencional desde la perspectiva del alumno. La educación informal al aprendizaje que se obtiene en las actividades de la vida cotidiana relacionadas con el trabajo, la familia o el ocio. No está estructurado (en objetivos didácticos, duración ni soporte) y normalmente no conduce a una certificación. El aprendizaje informal puede ser intencional pero, en la mayoría de los casos, no lo es (es fortuito o aleatorio). Además existen algunos autores que distinguen otro concepto que sería la educación no formal, ésta comprendería el aprendizaje que no es ofrecido por un centro de educación o formación y normalmente no conduce a una certificación. No obstante, tiene carácter estructurado (en objetivos didácticos, duración o soporte). El aprendizaje no formal es intencional desde la perspectiva del alumno»

de procedimientos y formularios para evaluar los conocimientos, las competencias y las destrezas adquiridas por las nuevas fórmulas o por el autoaprendizaje. Es un asunto de gran complejidad que todavía no está resuelto y se presenta con cierta urgencia puesto que no estamos en situación de menospreciar las posibilidades que las TIC y en especial Internet nos ofrecen. La división entre educación formal e informal ha sido muy criticada por muchos autores. Debemos hablar en positivo: educación social, educación escolar, educación continua... todo ello queda comprendido en la «educación-a-lo-largo-de-la-vida», que viene a coincidir con el concepto griego de 'paideia'. Con el concepto de «educación-a-lo-largo-de-la-vida», se ha querido dar un nuevo sesgo, una nueva dimensión a la comprensión y a la praxis de lo que la educación debe ser hoy día. La educación a lo largo de la vida progresa a partir del concepto de «educación permanente», que, en un principio, fue entendido por muchos como una progresiva adaptación al empleo y, ahora, ha pasado a ser concebido «como la condición de un desarrollo armonioso y continuo de la persona».

2) La educación ha pasado de ser un proceso que se daba en las escuelas y en las familias a ser un proceso de toda una vida. Es preciso avanzar y mejorar los sistemas de formación del aprendizaje permanente. La población adulta necesita actualizarse, se hace preciso ofrecer una segunda oportunidad al grupo de las mujeres adultas y a los jóvenes, que han abandonado la escuela sin un título. Es imprescindible desarrollar sistemas alternativos de acreditación de la formación y del aprendizaje que permitan la constante adaptación a las circunstancias cambiantes de los empleos y de los mercados. Al ser un proceso que se realiza a todas las edades y en todos los lugares, - la educación, las apropiaciones y los aprendizajes que realiza el individuo al margen del sistema escolar pueden ser tan importantes como las que realiza en el ámbito escolar- se han distinguido la educación formal y la informal.

3) En el sistema educativo se ha de incentivar el esfuerzo, la responsabilidad, el mérito y el reconocimiento del trabajo. Un falso igualitarismo en la educación puede tener consecuencias nefastas. Garantizado un mínimo exigente para todos, el objetivo de la educación tiene que ser que cada alumno con libertad y responsabilidad saque el máximo rendimiento posible al sistema educativo. Para ello se han de articular incentivos apropiados que reconozcan la excelencia. De esta manera la educación puede pasar a formar parte del proyecto personal con el que cada estudiante se responsabiliza de su futuro.

4) Potenciar la autoridad del profesor y apoyar su prestigio social debe constituir un claro objetivo del sistema educativo y de la política educativa del Estado, que habrá de desarrollar normas que vigoricen esos objetivos, que han de ser acogidos por la sociedad como elementos integrantes de una educación de calidad. Con este objetivo se vincula la necesidad de replantearse la formación inicial y permanente, la selección, la evaluación y la promoción de los maestros y profesores. Todo lo cual lleva consigo la necesidad de promover la movilidad geográfica de los profesores, que favorece su formación y actualización.

5) Se ha de contemplar la necesidad de que otros agentes se impliquen en el proceso educativo, como aportaciones significativas que permitieran la superación de las tradicionales barreras existentes entre los diferentes componentes de la educación y entre los tipos de aprendizaje formal e informal. La presencia de nuevos agentes debiera significar una especie de intensificación global de la educación que coloca nuevos y viejos contenidos educativos al alcance de todos en cualquier lugar y situación social en que estos se ubicaran. En la sociedad del conocimiento, el aprendizaje no se circunscribe a un determinado espacio como las instituciones educativas, se exige aprender en cualquier contexto ni se limita a una etapa del ciclo vital del individuo, como hasta tiempos recientes, la adolescencia y la juventud. No se puede ya vivir de las rentas del conocimiento adquirido en los años de formación.

6) Apoyar la autonomía en la gestión de los centros y la competencia entre centros educativos parece responder coherentemente, en la actualidad, a las demandas y estilos de vida y relación social vigentes. La competencia entre centros y la posibilidad de elección de centro por parte de las familias suele ser un procedimiento de bastante eficacia para la mayor calidad del sistema educativo. Una vez asegurado que todos los niños y jóvenes tienen a su alcance un centro educativo se ha de procurar introducir cierta competencia en el sistema y la elección de centro es un positivo aliciente para ello. Sólo así se alcanza unos adecuados niveles de coherencia con el modo de comportarse la sociedad en la mayor parte de sus ámbitos de actuación.

7) Por último, la estrategia educativa ha de tomar en consideración la necesidad de avanzar en la transparencia y en la responsabilidad en todos los ámbitos del sistema educativo. Los actores del sistema, estudiantes, profesores y maestros, familias de los alumnos, administraciones y centros deben poder tomar sus decisiones disponiendo de la información más completa y clara posible. Con la información veraz sobre los resul-



tados del sistema educativo es posible garantizar la libertad de las decisiones y establecer un sistema de incentivos que impulse la calidad.

### **1.3.- La calidad de la educación**

Dejando atrás las distinciones entre educación formal y no formal, prestando más atención a lo formativo, lo educativo. Estamos ante una nueva concepción que revaloriza los aspectos éticos y culturales, el conocimiento de uno mismo y del entorno para hacer así del individuo un miembro de una familia y un ciudadano, pero también un productor y alguien que colabora con los demás. Todo ello, por supuesto, incluye una educación básica y fundamental de calidad, que puede adquirirse normalmente en las instituciones educativas escolares, y que se pretende flexible, diversificada, y accesible en el tiempo y en el espacio. Se trataría de que, en el espacio y el tiempo de la vida, aprendamos a aprender y conocer, a hacer, a vivir juntos y a ser nosotros mismos. Volvemos así a recalcar la importancia de los fines de la educación, no sólo el de aprender a conocer y a hacer que es lo que se ha tenido en cuenta hasta hace no mucho tiempo. Además introduce un tema que es la calidad de la educación, qué es una educación de calidad, qué fines tiene, con qué medios puede contar, qué medidas habría que tomar.

Como primera reflexión, derivada ya de las metas consideradas, se puede aventurar que la calidad afecta en primer término al proceso de aprendizaje de jóvenes y adultos, a fin de que estos puedan desarrollar mejor sus propias capacidades y desplegar su potencial de cualidades como individuos, como miembros de una determinada sociedad y como agentes económicos.

En segundo término la calidad educativa concierne al proceso de enseñanza en sí mismo. El agente importante en este aspecto son los profesores y los formadores, es decir, la calidad en la educación recaba un mejoramiento de la formación inicial y de la formación permanente de los profesores y de los formadores, en cuanto al contenido de su formación, a su capacidad de motivar a los estudiantes en su viaje por un camino único e individual hacia el conocimiento y las estrategias oportunas para ilusionar y animar a los profesores y formadores con sus tareas. Esta calidad de la educación implica prestar especial apoyo a los profesores y formadores que se ocupan de grupos desfavorecidos o de adultos, en primer término para que se dediquen a esta difícil tarea y en



segundo término facilitándoles los recursos, instrumentos y materiales varios para ayudar a la gente a aprender.

En tercer lugar, la calidad en la educación implica el necesario incremento de la alfabetización que implica unos recursos metodológicos de profunda influencia cognitiva y de gran valor formativo: 1) la lectura comprensiva y el comentario de textos son la mejor introducción a la diversidad de métodos, lo que implica entender la lectura, reproducir e interpretar lo leído, que se complementa con la escritura y la composición. 2) No escribir y no exigir la escritura es privar del instrumento más eficaz para dotar de competencias, no solo asociadas a la comunicación sino al análisis en general y a la configuración de aptitudes para la planificación, la invención y la innovación. La escritura es la mediación más eficaz para la clarificación mental y de la conciencia, por tanto escribir y organizar discursivamente los conocimientos, experiencias y vivencias supone dotarse del equipamiento más importante para alcanzar la flexibilidad en las competencias operativas que imponen los cambios tecnológicos.

Por último, una educación de calidad acentuará, como ya se ha mencionado con anterioridad, que el aprendizaje ha de ser permanente, lo cual exigirá cambios, a veces no fáciles de instaurar, en los procedimientos educativos y de formación respecto de los profesores actuales, los futuros profesores y los estudiantes. La calidad educativa ha de hacerse compatible con un aprendizaje más atractivo. Si se quiere que el aprendizaje sea asequible para todos, en todas las etapas de la vida, habrá que empezar por hacer atractivo el aprendizaje. En este contexto ha de plantearse la cuestión de los incentivos para seguir aprendiendo, o el asunto de en qué medida los servicios, que se prestan a los ciudadanos – en este contexto el servicio educativo – están orientados a la demanda. Al alcanzar la edad en que pueden dejar la educación o la formación formales, los jóvenes tienden cada vez más (con unos mercados de trabajo reducidos) a incorporarse a un empleo remunerado, por lo que se les han de presentar otros incentivos que contrarresten al de la remuneración. En etapas más avanzadas de la vida también surge el problema de la financiación del aprendizaje de actualización de competencias, de habilidades, de conocimientos, aunque en un contexto diferente. En el marco del aprendizaje permanente, el empleo y el aprendizaje no deben verse como algo mutuamente excluyente <sup>2</sup>. Presenta-

---

<sup>2</sup> La manera en que se plantean estas cuestiones varía (por definición) de un Estado miembro a otro, pero el caso es que se plantean de una manera generalizada y que han de hallarse soluciones.

mos a continuación algunas de los conceptos más interesantes sobre la educación de calidad, al tiempo que se explicitan las condiciones de la misma:

**1.3.1.- Definiciones y condiciones de la calidad:** 1º) La OCDE (1995) define la educación de calidad como aquella que "asegura a todos los jóvenes la adquisición de los conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes necesarias para equipararles para la vida adulta". Hay que tener en cuenta varios factores como son el entorno en el que se desarrolla esa persona, de esta forma sabremos cuáles son las destrezas que hay que potenciar de una forma especial sin olvidar las demás, también existe otra variable que es la procedencia de los jóvenes, no es lo mismo un inmigrante que acaba de llegar al país que comparte la clase con otros que ya llevan varios años. Además conlleva un peligro que el objetivo que se busca es asegurar a todos los jóvenes un desarrollo, sin embargo no debe ser motivo como para hacer que otros jóvenes no se desarrollen a la velocidad que pudieran, debemos buscar el pleno desarrollo de todas las potencialidades de cada uno de los jóvenes, cada uno debe llegar a su plenitud.

2º) Desde otras perspectivas, J. Mortimore (1991) hace hincapié en estimular el progreso de todos los estudiantes según sus circunstancias personales, no el obtener un gran desarrollo si las condiciones de entrada eran satisfactorias. La escuela de calidad es la que promueve el progreso de sus estudiantes en una amplia gama de logros intelectuales, sociales, morales y emocionales, teniendo en cuenta su nivel socioeconómico, su medio familiar y su aprendizaje previo. Un sistema escolar eficaz es el que maximiza la capacidad de las escuelas para alcanzar esos resultados.

3º) Según Climent Giné (2002), "desde la esfera de los valores, un sistema educativo de calidad se caracteriza por su capacidad para:

- Ser accesible a todos los ciudadanos.
- Facilitar los recursos personales, organizativos y materiales, ajustados a las necesidades de cada alumno para que TODOS puedan tener las oportunidades que promoverán lo más posible su progreso académico y personal.
- Promover cambio e innovación en la institución escolar y en las aulas (lo que se conseguirá, entre otros medios, posibilitando la reflexión compartida sobre la propia práctica docente y el trabajo colaborativo del profesorado)

- Promover la participación activa del alumnado, tanto en el aprendizaje como en la vida de la institución, en un marco de valores donde TODOS se sientan respetados y valorados como personas.
- Lograr la participación de las familias e insertarse en la comunidad
- Estimular y facilitar el desarrollo y el bienestar del profesorado y de los demás profesionales del centro” (Climent Gine, 2002:7).

4º) Otros autores, al hablar de la calidad, se posicionan en que la calidad hay que situarla en las actuaciones que los profesionales llevamos a cabo y en el funcionamiento general de las instituciones en las que trabajamos. Esa es la piedra angular de la calidad: no tanto lo que somos sino lo que hacemos; no tanto lo que tenemos sino cómo lo utilizamos. Y es que la calidad de la Educación no puede situarse en los medios y recursos, meros instrumentos a su servicio, aunque resulte imprescindible contar con los adecuados, necesarios y suficientes, sino en la que puedan tener los proyectos educativos, esto es, en el fin y en los objetivos propuestos. Es evidente que con sólo proyectos educativos de calidad no se logra la calidad, pero debe serlo también que con sólo medios y recursos, tampoco, y ello porque los medios pueden ponerse al servicio de fines y objetivos irrelevantes, parciales y hasta indignos. La cuestión, pues, está en los fines y objetivos que integran los proyectos educativos.

Por tanto, al poner de realce la importancia de fines y objetivos en la educación y sabiendo que la educación tiene como objeto el perfeccionamiento del ser humano, luego al educar se debe tener claro el concepto de ideal de persona, sin embargo en este momento ya se trataría de un plano ya no pedagógico sino filosófico, y las diferentes formas de entender el hombre originan formas diferentes de entender la educación y los sistemas educativos.

**1.3.2.- Núcleos semánticos de la calidad.** En los trabajos sobre la calidad de la educación se distinguen unos núcleos semánticos en torno a los cuales se permiten organizar el concepto de calidad y aplicarlo al análisis de diferentes realidades de la vida social. Entre otras perspectivas de uso frecuente, merece la pena destacar, al menos, las tres siguientes:

- a) la calidad vinculada a los valores: se atribuye calidad a aquello que representa alguno de los valores vigentes. Para estos autores el componente básico de la

"calidad" significa que contenga elementos valiosos. Podría decirse que algo posee calidad si responde adecuadamente a los valores que se esperan de esa institución, esa persona, esa situación, etc. Parece obvio que en el campo educativo este es uno de los componentes más importantes de la calidad.

- b) la calidad vinculada a la efectividad: desde esta perspectiva la calidad se vincula con el éxito y con los buenos resultados. Es obvio que la efectividad constituye uno de los valores vigentes, pero en este caso la efectividad aparece como el valor prioritario, que pudiera entrar en contradicción, a veces, con otros valores.
- c) la calidad vinculada a la satisfacción de los participantes en el proceso o de los usuarios del mismo: no suele ser frecuente un planteamiento de este género (y menos aún separado de los otros) pero se está dando cada vez más importancia a esta dimensión de la calidad. Forma parte de lo que se entiende como "calidad de vida". Incluso en ámbitos estrictamente empresariales la "satisfacción de los empleados" juega un papel cada vez más preponderante como base y condición para que se pueda obtener la efectividad (en los círculos de calidad japoneses, por ejemplo).

**1.3.3.- Condiciones para una calidad efectiva.** Es insoslayable plantear la cuestión de cómo se consigue la efectividad. ¿Cómo se logran escuelas eficaces? Según algunos autores hay que tener en cuenta los siguientes factores:

a) El liderazgo (la forma en que actúan los equipos directivos). En este caso la condición está en que se trate de un estilo de liderazgo orientado a la mejora progresiva de la actuación institucional. Se trata de un estilo de dirección muy diferente a aquellos otros en los que no existe un claro liderazgo que dinamice la institución o en los que los equipos directivos se aplican casi exclusivamente a tareas de tipo burocrático.

b) La organización y desarrollo efectivo del currículum destacándose, sobre todo, tres aspectos fundamentales: la riqueza y actualidad de los objetivos y contenidos formativos de la institución (incluiría los valores que se quieren conseguir), una buena coordinación del currículum tanto en sentido horizontal como vertical y la existencia de mecanismos adecuados de evaluación y supervisión de las actividades que se llevan a cabo.

c) Las relaciones con la comunidad que incluyen dos ámbitos fundamentales: la participación de las familias y su compromiso en la dinámica formativa de las escuelas y el reconocimiento y apoyo de la comunidad a la acción escolar.

d) Las actuaciones específicas de desarrollo institucional de manera que se adopten iniciativas y programas dirigidos específicamente a la mejora del funcionamiento y de los resultados de la escuela. Estas iniciativas de desarrollo institucional han de cubrir cuando menos dos ámbitos básicos: programas de formación de los profesores y del personal del Centro para afrontar aquellas necesidades que se detecten como relevantes y también programas de equipamiento y transformación a medio plazo.

e) Los recursos humanos: nivel científico y didáctico del profesorado, experiencia y actitudes del personal en general, capacidad de trabajar en equipo, ratios alumnos/profesor, tiempo de dedicación... Los servicios y las actuaciones que realizan las personas son los que determinan la calidad de toda organización. En este sentido es muy importante su participación, compromiso, formación y estabilidad laboral. Según Csikszentmihalyi (1990) las condiciones de un buen trabajo nos hacen sentirnos bien y afecta positivamente a la calidad del trabajo.

f) Los recursos materiales disponibles: aulas de clase, aulas de recursos, biblioteca, laboratorios, patio, instalaciones deportivas, mobiliario, recursos educativos...

g) Compromiso con normas y metas compartidas y claras. Los fines generales de la educación deben considerar las tres categorías básicas: la competencia académica y personal, la socialización de los estudiantes y la formación integral.

h) Clima de aprendizaje. La enseñanza y el aprendizaje deben constituir el centro de la organización y la actividad escolar. Se debe cuidar el ambiente de aprendizaje buscando el aprovechamiento del estudiante y el empleo eficiente de los tiempos de aprendizaje. La motivación y los logros de cada estudiante están muy influidos por la cultura o clima de cada escuela.

i) Expectativas elevadas sobre los alumnos y sus posibilidades, comunicación de estas expectativas, proponer desafíos intelectuales a los estudiantes...

j) Atención a los derechos y responsabilidades de los estudiantes, darles una cierta responsabilidad en actividades del centro, control de su trabajo, atender a su autoestima...

**1.3.4.- Indicadores de evaluación de la calidad.** Para que la administración pública evalúe la calidad de los centros tendría que fijarse en estos aspectos como por ejemplo se ponía en algunas leyes anteriores.

1º) En la Ley orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990) para favorecer la calidad y la mejora de la enseñanza se destacan los siguientes factores:

- La cualificación y formación del profesorado
- La programación docente
- Los recursos educativos y la función directiva
- La innovación y la investigación educativa
- La orientación educativa y profesional
- La inspección educativa
- La evaluación del sistema educativo.

2º) En la Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros (LOPEGC, 1995) se especifican múltiples medidas relacionadas con los puntos anteriores, añadiendo también otros aspectos como: fomentar la participación de la comunidad educativa en la organización y gobierno de los centros sostenidos con fondos públicos y en la definición de su proyecto educativo, establecer procedimientos para la evaluación del SE, de los centros, de la labor docente, de los cargos directivos y de la actuación de la administración educativa.

3º) En la LOCE (2002) se desgranar doce principios de calidad que tendrán que ser evaluados:

- La equidad.
- La transmisión de valores que favorezcan la libertad personal, la responsabilidad social y la cohesión y mejora de las sociedades.
- La compensación de las desigualdades personales y sociales.
- Participación de los centros, en el ámbito de sus competencias y responsabilidades, promoviendo un clima de convivencia y estudio.
- La educación como proceso permanente.
- Responsabilidad y esfuerzo, elementos esenciales del proceso educativo

- La flexibilidad.
- Reconocimiento de la función docente.
- La capacidad de los alumnos para confiar en sus aptitudes y conocimientos.
- La evaluación y la inspección.
- El fomento y la promoción de la investigación, la experimentación y la innovación.
- La eficacia de los centros, mediante el refuerzo de su autonomía y la potenciación de la función directiva.

4º) El Proyecto Programme for International Student Assessment, PISA, es un proyecto de la OCDE para obtener datos del rendimiento de los alumnos que terminan la enseñanza obligatoria en edades en torno a los 15 años, centrado en las habilidades culturales básicas de los alumnos y en sus conocimientos básicos en comprensión lectora, matemáticas y ciencias de la naturaleza. En estos momentos está tomando cierto peso debido a los datos que ha recogido en los últimos años, de esta forma se pueden comparar los niveles de aprendizaje de los alumnos de distintos países.

5º) Según Marqués (2001), algunos indicadores de la calidad de un centro educativo serían los siguientes:

Características generales: Niveles educativos que se imparten y precio  
Modelo de enseñanza y oferta educativa

- Modelo educativo: PEC, PCC...
- Reconocimiento externo
- Tasa media de aprobados en los exámenes de selectividad
- Porcentaje de alumnos que participan en programas de intercambio
- Idiomas que se imparten
- Atención a las necesidades especiales del alumnado
- Actividades extraescolares
- Asociación de madres y padres de alumnos

Recursos humanos

- Titulación del profesorado
- Participación del profesorado en actividades de formación permanente.
- Acreditación específica de los miembros del equipo directivo
- Estabilidad de personal

#### Recursos materiales

- Ratio alumnos /aula
- Ratio alumnos / profesor
- Ratio alumnos / ordenadores a su disposición
- Ratio alumnos / ordenadores con acceso a Internet a su disposición
- Ratio profesores / ordenadores para su uso exclusivo
- Servicios de apoyo: orientación, atención psicológica y médica...
- Superficie general del centro: aulas, patios...
- Número de aulas de clase con pizarra digital
- Número de aulas informáticas
- Transporte escolar
- Servicio de comedor
- Laboratorios y aulas de recursos
- Instalaciones deportivas.

Con todo esto se genera un problema que consiste en la polarización de los centros educativos en obtener unos valores altos en los criterios de evaluación perdiendo de esta forma el fin del centro. Los criterios de evaluación, pronto o tarde, consciente o inconscientemente, explícita o implícitamente, se constituyen de hecho en los fines de la educación, de la formación cultural.

**1.3.5.- El futuro de la educación.** Para analizar el futuro de la educación, atendiendo a la "sociedad de la información", la influencia creciente de las TIC en el sistema educativo y los desarrollos de la Psicopedagogía, estamos en condiciones de poder organizar la mejor educación que nunca hemos tenido, realizando los oportunos retoques en todos los elementos que inciden en el currículo y manteniéndola como un derecho democrático y compensatorio universal. Para este propósito ambicioso haría falta una mayor inversión por parte de la Administración Educativa, hecho que se empieza a incoar en la actualidad en los centros educativos destinando un dinero a la formación del



profesorado. Sin embargo, aún España está muy lejos de las inversiones de los demás países de la Unión Europea y de Estados Unidos, estos países invierten algo más del 5% y España está en torno al 4.5%.

Los escenarios posibles de la escuela del futuro son variados:

- Sistema escolar burocrático, en el que persistirán más o menos los problemas actuales, ya que la burocracia impedirá que se produzcan cambios sustanciales.
- Extensión del modelo de mercado al mundo escolar, lo que supondrá una mayor diversidad de proveedores de formación (muchos privados) atentos a la demanda. Aumentarán las desigualdades.
- La escuela como centro de la comunidad, con una amplia financiación pública y con múltiples fórmulas organizativas contextualizadas. Reescolarización que proporcionará una mayor equidad.
- La escuela como organización que aprende, redes de escuelas con especial atención a la calidad y equidad (reescolarización más profunda).
- Redes de aprendices en una sociedad en red, que realizan aprendizajes no formales con la ayuda de las TIC. Existen algunas universidades con las clases a través de la web. Desescolarización por rechazo a los sistemas escolares.
- Crisis generalizada del sistema educativo. Progresiva desintegración y abandono del sistema por los docentes ante la falta de incentivos en la profesión.

#### **1.4.- Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)**

En la sociedad actual crece y se desarrolla con fuerza un nuevo espacio social, el espacio digital, como fruto de la convergencia de las TIC y de una serie de factores culturales favorables a los avances tecnológicos. Resulta de interés la referencia a algunos de sus aspectos que tienen mayor incidencia en el área de la educación. Las TIC constituyen nuevos soportes de almacenamiento de la información y son insustituibles para hacer disponible la información y el conocimiento, de lo que se infiere la necesidad de incorporar las TIC a los nuevos escenarios sociales, económicos y culturales. En consecuencia el espacio digital hace imprescindibles los cambios en el sistema educativo.

#### 1.4.1.- El espacio digital y los cambios educativos.

1º) En cuanto soportes de almacenamiento de información las TIC son receptoras de los conocimientos precedentes que el hombre ha elaborado y guardado sobre sí mismo, sobre la naturaleza y sobre la ciudad que “*pueden ser transferidos al entorno electrónico*”(Echevarría, 2000: 27) y han de ser transferidos al entorno digital emergente, arrostrando los costes que ello exigiera. En mi parecer, el éxito del nuevo espacio tecnológico reside en el indiscutible avance de instrumentos producidos, útiles y eficaces para guardar las enormes existencias de la información disponible desde tiempos antiguos y recoger con éxito la rápida acumulación y variedad de conocimientos que se produce en los tiempos actuales. Estos instrumentos, la informática, p.e., no sólo guardan, sino que nos permiten una manipulación fácil y eficiente de la información acumulada y disponible.

2º) Las TIC son instrumentos de transmisión de información, es decir, no solo son instrumentos de eficacia probada para guardar información sino que también ponen al alcance, hacen disponible a los ciudadanos actuales e ingentes cantidades de información y variedad de conocimientos. También son eficientes procedimientos para transmitir con seguridad, celeridad y fiabilidad ingentes cantidades de información y conocimientos a las distancias más alejadas y dispersas, con un coste mínimo, p.e., los correos electrónicos, las páginas web, el Internet en general.

3º) Las TIC son también instrumentos de eficacia probada que posibilitan potentes bases de datos actualizados y de inmediata disponibilidad, necesarios para el progreso cognitivo individual y colectivo. El hombre actual está muy sensibilizado con el depósito cultural acumulado por las generaciones anteriores, enriquecido por los seres humanos vivos, que se esfuerzan por legarlo con integridad a las generaciones futuras. El formato electrónico permite asegurar este legado, ponerlo a disposición de nuevos individuos sin que ello constituya riesgos para su conservación. Es importante que las sociedades vayan trasladando al formato digital aquellos archivos y registros en que están depositados el conocimiento científico, las bases de datos culturales de esa sociedad, los libros importantes, la información sobre las obras de arte y los archivos de todas clases.

4º) La presencia de las TIC en la sociedad actual y su utilización en numerosas actividades, se convierten en la educación en un recurso facilitador y motivador del aprendizaje y su ausencia en un elemento de exclusión. En el documento eEurope (1999) en-

viado por la Comisión al Consejo Europeo de Lisboa (2000) se estableció como objetivo para 2001 que el diseño y contenido de todos los sitios públicos Internet sean accesibles a los discapacitados. La Declaración de Madrid (2002) señala la necesidad de disponer de legislación para evitar las barreras existentes y eliminar dificultades que discriminen el acceso a la educación. Alba y Antón (2008:100) llaman la atención acerca de “la denominada brecha digital que pone de relieve la importancia que tienen las nuevas tecnologías para integrar socialmente a los ciudadanos de la sociedad del conocimiento”. Señala Antón (2010:11) la “importancia de considerar las TIC y sus servicios como un recurso con potencial para servir como elemento integrador y democratizador del acceso a la información y a la sociedad para todas las personas que la componen. Sin embargo, en contra de lo que podía esperarse o ser deseable, el acceso a ellas, en numerosas ocasiones, puede convertirse en una nueva forma de marginación (...) El hecho de que los recursos tecnológicos, de forma paulatina y constante, se hayan introducido en las aulas, ha llevado a plantear su utilización como excelente posibilidad por las personas con discapacidad. Su aplicación en tareas de aprendizaje (...) para trabajos de colaboración, investigación y divulgación de la información es un aspecto positivo que hace viable un aprendizaje flexible, abierto y activo con positivos niveles de autonomía y libertad”(Antón,2010:7).

5º) No cabe duda sobre la superioridad de los actuales soportes de conservación del conocimiento. En la primera época, se archivaba todo en el cerebro, en la memoria individual y colectiva. Posteriormente el hombre inventó nuevos modos de conservar la información como son la escritura, la imprenta y los libros. En el nuevo espacio, *“el mundo digital aporta un nuevo modo de memorizar, almacenar y procesar el conocimiento”*. El soporte electrónico y digital, constituye un poderoso instrumento para almacenar los conocimientos y, sin embargo, es rápido para identificar los conocimientos buscados, flexible para procesarlos y manipularlos. Además de recurrir a los libros y bibliotecas, se puede recurrir a Internet, a una base digital de datos, a una enciclopedia electrónica. En el espacio digital es posible también actuar: invertir en Bolsa a través de Internet, comprar en una tienda virtual, pagar impuestos, participar en un chat o gestionar asuntos con la administración. Desde este punto de vista, no cabe duda que el mundo digital y telemático constituye un nuevo espacio para la acción social, que exige a los individuos, participantes en este escenario nuevo, dotarse de nuevos conocimientos, competencias y habilidades para intervenir y actuar en el nuevo escenario.

A partir de los precedentes presupuestos es obvio que los cambios en los sistemas educativos se convierten en imprescindibles, de modo que los profesores y los estudiantes de la sociedad actual han de aprender no solo a conocer y cuidar la naturaleza y recrearse en su belleza, continuar su aprendizaje para funcionar en un medio urbano, de creciente volumen y complejidad, pero con la misma exigencia se impone la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades para funcionar en el espacio digital. A medida que la sociedad del conocimiento se consolide y propague, las sucesivas generaciones han de aprender también a moverse, jugar, representarse, diseñar, leer y escribir en los sistemas multimedia, por supuesto, también a trabajar en el entorno telemático y construir su propia identidad en el nuevo contexto. El mundo digital *“genera nuevos conocimientos, tanto teóricos como prácticos, y por ello se convierte en una nueva forma de cultura y civilización. Nuestra identidad en E3 se superpone a la que ya tenemos en E1 (nuestro cuerpo de carne y hueso, la identidad genérica) y en E2 (nuestro nombre, DNI, lugar de residencia y de nacimiento, estudios y profesión, etc. la identidad social). Estamos ante una triple circunstancia, ante tres medios ambientes, y en cada uno de ellos hemos de saber ser y actuar”* (Echevarría, 2000:29)

En el campo de la didáctica y el aprendizaje se le viene prestando especial atención en los últimos años a la aplicación de las nuevas tecnologías (TIC) al área de la educación. Sin embargo, no es un tema nuevo, ya en 1912, E. L. Thorndike apuntaba la idea de un material auto-guiado o de una enseñanza programada de forma automática. Este es un campo en el que se ha invertido muchos recursos económicos por parte de los gobiernos, a veces ha parecido que ahí se encontraba el problema de la educación, aunque la sociedad reconoce que no es así.

Es verdad que son una herramienta que puede facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo se deben conservar tres principios fundamentales: El desarrollo del auto-estímulo en el uso de los sistemas, la participación activa del estudiante y la realimentación durante el uso de los sistemas.

**1.4.2.- Aportaciones relevantes de las TICs.** En un principio se vio que uno de los problemas consiste en que las TICs obligan a modificar la organización de la educación, pues propician entornos educativos que amplían considerablemente las posibilidades del sistema, no sólo de tipo organizativo, sino también de transmisión de conocimientos y desarrollo de destrezas, habilidades y actitudes. La clave está en transformar la información en conocimiento, y éste en educación y aprendizaje significativo.

Una de las propuestas que se hicieron acerca del diseño del material educativo, describe tres enfoques diferentes para el diseño de material educativo hipermedia:

- Una primera aproximación basada en el diseño de los contenidos educativos, que se articulan en cursos, lecciones, ejercicios y tests. El modelo de contenido está orientado hacia un enfoque parecido a la organización de las bases de datos y centrado en la idea de la estructuración del dominio educativo.
- El segundo enfoque se basa en el modelo hipertexto, en el que se modeliza un dominio educativo como una red de componentes de una granularidad determinada y donde las interacciones del usuario vienen dadas por las decisiones que este realiza durante la navegación por el material.
- En tercer lugar el sistema está centrado en el estudiante y en sus necesidades, en donde el diseño se realiza adaptándolo a los conocimientos previos del estudiante y a las interacciones potenciales de éste con el entorno. En este sentido hay un análisis previo de las interacciones con el entorno desde un punto de vista pedagógico y esto permite incorporar algunos nuevos paradigmas de aprendizaje en el sistema.

Desde el punto de vista pedagógico, las TICs representan ventajas para el proceso de aprendizaje colaborativo, en cuanto a:

a) *Estimular la comunicación interpersonal*, posibilita el intercambio de información y el diálogo y discusión entre todas las personas implicadas en el proceso.

b) Facilitan la utilización de la información de forma compartida.

c) *Seguimiento del progreso del grupo, a nivel individual y colectivo*;

d) *Acceso a información y contenidos de aprendizaje*: mediante las bases de datos *on line* o bibliográficas, libros electrónicos, publicaciones en red...

e) *Gestión y administración de los alumnos*: permite el acceso a toda aquella información vinculada con el expediente del estudiante e información adicional, que le pueda ser útil al docente en un momento dado, para la integración de grupos o para facilitar su desarrollo y consolidación.

f) *Creación de ejercicios de evaluación y autoevaluación*, con los que el docente podrá conocer el nivel de logro y rediseñar la experiencia de acuerdo a su ritmo y nivel y al estudiante le ofrecerán retroalimentación sobre el nivel de desempeño.

Nadie duda de que las TICs son una herramienta importante en la educación, por esta cuestión el empleo de dichas herramientas se va difundiendo en los centros ayudados por las instituciones educativas gubernamentales. Por ejemplo, tomando los datos del INE desde el 2002 hasta el 2007 los alumnos por ordenador en los centros escolares se ha disminuido a la mitad, de 13,4 a 6,6 alumnos por ordenador.

Según algunos autores, las nuevas tecnologías cibernéticas e informáticas, así como las audiovisuales, contribuyen a una notable aceleración de la madurez infantil. Robert Reich (1991) señaló refiriéndose de modo especial a los Estados Unidos, que no serán florecientes los empleos y el mercado de trabajadores o productores de las grandes compañías manufactureras, ni tampoco los dedicados a servicios en general, aunque estos serán siempre necesarios. Por el contrario, los empleos y el trabajo futuro irá asociado a los que él llama “symbolic analysts”: los operadores de medios de comunicación, ingenieros, los dedicados a la innovación, a los sistemas informáticos y similares, como pueden ser los investigadores, diseñadores, asesores de gestión, expertos en relaciones públicas, arquitectos..., en fin, todos los relacionados con la innovación y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

En realidad, las TIC tienen una gran presencia en la sociedad, las grandes empresas como Microsoft, Intel, Compact, Dell y Cisco, pasan de 12000 millones de dólares en 1987 a 600 000 en 1997. Por tanto, estas tecnologías deben tomar cierta importancia en la educación porque en la sociedad se emplean mayoritariamente.

Sin embargo, en cuanto a los datos de su impacto en el proceso de enseñanza y aprendizaje, existen muchos defensores de su empleo, la técnica se presenta como portadora de eficacia innovadora. También hay datos en contra, según un estudio (Sigalés y Momino, 2009), hecho del 2001 al 2007, con una selección de 700 escuelas e institutos, con un total de 17000 cuestionarios y entrevistas, llega a varias conclusiones acerca del empleo de las TIC. Casi el 60% de los profesores consideran que el tiempo de preparación de una clase con TIC es sustancialmente mayor que el necesario para una clase convencional, también se observa que los profesores de infantil y primaria dicen que estas tecnologías son de poca ayuda, sin embargo los de secundaria y bachillerato defienden que su empleo es enriquecedor. Manifiesta que el 31% de los docentes opinan que mejora los resultados académicos, el 59% que nada cambia y el 10% que incluso los empeoran. Como dato conclusivo se fija en el aprendizaje, el empleo de estas herramientas mejora el aprendizaje para casi el 60% del profesorado.

Al final, el estudio se fija en el aprendizaje porque en realidad en la educación es lo importante junto con la didáctica, son los dos factores de la educación. Son los dos temas que más se han tratado por parte de los educadores y en las investigaciones educativas. Las metodologías educativas son un aspecto importante en la formación del profesorado, en consecuencia también las metodologías empleadas en un centro educativo suele ser considerado por algunos como un factor de calidad de dicho centro.

Los procesos de aprendizaje han sido ampliamente estudiados en especial durante los dos últimos siglos con los grandes avances en psicología, también se considera uno de los aspectos más importantes que debe cuidar un profesor para saber cómo es más conveniente impartir la asignatura, es decir el método didáctico que se emplea debe tener en cuenta el proceso de aprendizaje de los conceptos que se van a impartir.

### **1.5.- Competencias y formación del profesorado**

En todos estos datos que hemos ido exponiendo acerca de la calidad de la educación, ha habido algunos aspectos a los que, personalmente me gustaría dedicarle especial importancia en relación con la formación del profesorado. Es un soporte esencial de todo centro educativo junto con los estudiantes. Si faltare alguno de ellos no habría centro de enseñanza. En la actualidad la formación del profesorado está adquiriendo nueva relevancia por diversos factores. Como por ejemplo basta mencionar los muchos recursos materiales invertidos en la formación del profesorado con los nuevos planes de bilingüismo. Sin embargo, no me parece que la formación del profesorado sea un tema baladí como para dedicarle una cuantía de dinero en algún momento puntual y dejarlo estar hasta la próxima reforma educativa. Me parece que un profesor debe estar en continua formación y para saber en qué tiene que formarse y cómo hacerlo, debe saber cuáles son las exigencias de su profesión. Éstas se pueden identificar en cinco ámbitos:

- SABER: conjunto estructurado de conocimientos sobre el mundo natural y sociocultural. Las disciplinas del currículo. Competencias cognitivas;
- HACER: conjunto de procedimientos y estrategias. Competencias procedimentales
- QUERER: motivación, compromiso, esfuerzo. Competencias afectivas;
- CONVIVIR: capacidad para trabajar y relacionarse con compañeros y alumnos. Competencias comunicativas;



- SER: desarrollo del profesor como persona. Responsabilidad ética ante los alumnos, familias y sociedad. Competencias personales.

**1.5.1.- La formación permanente del profesorado.** En consecuencia, se debe formar al profesor dependiendo de las competencias que debe emplear, pero ¿cómo se podría definir el concepto de competencia tan importante para aplicar la formación con sentido? La competencia hace referencia a las capacidades, aptitudes, destrezas, recursos que permiten a una persona realizar una acción o un producto. Poseer una competencia significa que una persona, al manifestar una cierta capacidad o destreza al desempeñar una tarea, puede demostrar que la realiza de manera tal que permita evaluar el grado de realización de la misma. Las competencias se sitúan en un continuo y cada persona puede dominar unas u otras.

El Proyecto Tuning (2010) analiza dos conjuntos de competencias: genéricas y específicas. Las competencias específicas se relacionan con cada área temática y resultan claves para cada titulación universitaria, ya que están específicamente relacionadas con el conocimiento concreto de un área temática. Son pues las competencias relacionadas con las disciplinas académicas y son las que confieren identidad y consistencia a cualquier programa. Las competencias genéricas son aquellas que cualquier estudiante universitario debe adquirir por el hecho de pasar una universidad. Se corresponden con aquellas que cualquier titulación debe proporcionar, tales como capacidad de aprender, de trabajar en equipo, de elaborar análisis y síntesis, etc

El Proyecto Tuning (2010) limita el estudio a 30 competencias genéricas clasificadas en tres grupos:

a) competencias instrumentales, que incluyen destrezas cognitivas, como la capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos; capacidades metodológicas como tomar decisiones y resolver problemas; capacidades tecnológicas como la capacidad de manejar ordenadores; y capacidad lingüística, como comunicación oral y escrita o conocimiento de una lengua.

b) competencias interpersonales: capacidades individuales relativas a la capacidad de expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica. Destrezas sociales relacionadas con las relaciones interpersonales, la capacidad de trabajar en



equipo, el compromiso social y ético. Estas competencias facilitan la interacción y cooperación social.

c) competencias sistémicas: son las destrezas y habilidades que conciernen a los sistemas como totalidad. Suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento que permiten al individuo ver como las partes de un todo se relacionan y agrupan. Estas capacidades incluyen la habilidad de planificar cambios para mejorar e innovar los sistemas. Las competencias sistémicas requieren como base la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales.

No obstante, el objetivo de estas competencias, de dividir las habilidades en compartimentos más fáciles de estudio es simplemente para poder analizar mejor en lo que se debe fijar el profesorado para ser mejores en su profesión, de esta forma la educación de ese centro de enseñanza habrá alcanzado un nivel superior y estará más cerca de alcanzar una educación de calidad.

Tribó (2008) agrupa las competencias específicas profesionales en el caso del profesorado de secundaria en los cuatro ámbitos de competencias indicados por el informe Delors. Es interesante ya que la secundaria es el objeto de nuestro estudio.

#### Competencias científicas/aprender permanentemente (saber)

- Conocer sólidamente los contenidos científicos actualizados del área o disciplina de la que es profesor.
- Conocer la historia de la ciencia y la evolución epistemológica del área o disciplina de que es profesor.
- Conocer la metodología de investigación de la ciencia que enseña, y saber hacer la transposición didáctica del metaconocimiento al metaaprendizaje en la propia área, para crear situaciones que favorezcan el aprendizaje autónomo y ayudar a aprender a aprender.
- Saber planificar, organizar y secuenciar adecuadamente situaciones de aprendizaje gracias al dominio de la didáctica específica y de las estrategias didácticas de su área o materia en las etapas de 12 a 16 años y de 16 a 18 años.
- Tener formación en pedagogía, psicología evolutiva y de la educación y en sociología de la educación aplicadas a los adolescentes y jóvenes (12 a 18 años).

- Conocer las estrategias educativas innovadoras, para reflexionar sobre la práctica educativa y mejorarla.
- Dominar las tecnologías de la información y de la comunicación para poderlas utilizar en la didáctica del área o disciplina y para hacer uso de ella en situaciones educativas.
- Tener un alto nivel de competencia lingüística en las lenguas que correspondan.
- Dominar de manera suficiente una lengua extranjera, para poder impartir la docencia del área de la cual es profesor en lengua extranjera, si el proyecto educativo del centro así lo prevé.

Competencias metodológicas/técnicas (saber hacer)

- Saber gestionar la actividad en el aula y su clima relacional.
- Aplicar estrategias para agrupar a los alumnos para trabajar en equipo.
- Fomentar dinámicas que cohesionen e integren el trabajo del grupo-clase, y que muestren sensibilidad hacia la interculturalidad y la diversidad de los alumnos.
- Dominar las competencias comunicativas verbales y no verbales que permitan evaluar y optimizar el clima relacional en el aula.
- Interpretar la diversidad presente en el aula y buscar respuestas pedagógicas, individuales y colectivas.
- Desarrollar la acción tutorial y la orientación personal, y facilitar información académica y profesional, ofreciendo a los alumnos atención individualizada y de grupo.
- Dominar estrategias, técnicas y recursos para la resolución de conflictos.
- Saber reflexionar críticamente sobre la propia práctica docente.
- Diseñar una programación didáctica de la propia área y de los niveles y ciclos de que sea responsable, adaptando didácticamente los contenidos al perfil de los alumnos para conseguir un aprendizaje significativo.
- Conocer sistemas y técnicas de evaluación de las competencias y utilizarlas para identificar las necesidades educativas de los alumnos.

- Hacer una evaluación inicial de los alumnos y un seguimiento del proceso de aprendizaje a través de evaluaciones cualitativas.
- Elaborar propuestas de adaptación individual del currículum del área.
- Tener capacidad de preparar y construir materiales didácticos.
- Utilizar e incorporar con normalidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- Usar los resultados de la evaluación como elemento promotor de la mejora del aprendizaje de los alumnos y para mejorar la propia actuación docente.

Competencias sociales/participativas (saber estar)

- Desarrollar actitudes de participación y colaboración como miembro activo de la comunidad educativa.
- Saber dinamizar el alumnado en la construcción participada de reglas de convivencia democrática en el centro y en el aula.
- Potenciar en el alumnado una actitud de ciudadanía crítica y responsable.
- Trabajar en equipo para diseñar y desarrollar proyectos educativos que permitan adaptar el currículum del centro de secundaria al contexto sociocultural.
- Participar en la coordinación de la programación docente del centro y en la concreción de estrategias didácticas y metodológicas.
- Facilitar la comunicación y la acción tutorial con los alumnos y las familias.
- Respetar y saber aplicar la legislación y la normativa del sistema educativo y conocer con profundidad la que afecta a la etapa de secundaria en particular.
- Fomentar la relación del centro educativo con las instituciones y agentes sociales del entorno, con los cuales debe compartir y fomentar objetivos educativos.
- Colaborar y trabajar con otros profesionales de la educación.
- Participar en proyectos de investigación educativa para introducir propuestas de innovación dirigidas a la mejora de la calidad educativa.

Competencias personales/interpersonales/intrapersonales (saber ser)

- Tener buen conocimiento de uno mismo.

- Saber tomar decisiones individualmente y ayudar a procesos colectivos de toma de decisiones.
- Asumir responsabilidades de coordinación docente.
- Fomentar un clima relacional de centro basado en el respeto al otro y en la libertad de expresión.
- Construir una identidad profesional, individual y colectiva, basada en el auto-control y el equilibrio emocional.
- Asumir la dimensión ética de la propia profesión y ser conscientes de los deberes y las obligaciones que comporta.
- Ser consciente de que el profesor comparte y construye valores con sus alumnos.
- Asumir la necesidad del desarrollo profesional mediante la evaluación.
- Mostrar capacidad de relación y comunicación.
- Trabajar en equipo con los compañeros como condición necesaria para la mejora de la actividad profesional.

El problema que afrontamos es parecido al que abarcamos con anterioridad al hablar de la educación de calidad, en ese caso se llegó a la conclusión de que para conseguir el mayor desarrollo de la persona –objetivo de la educación- se debe concretar cuáles son las características del ideal de persona, de esta forma se llega a un plano filosófico. En este caso es similar porque ser mejor profesor significa educar mejor, sacar lo mejor de los estudiantes, es decir de las personas que le rodean, esto significa llegar a ser el profesor mismo mejor persona. Sin embargo, algunos se han aventurado a buscar estas características.

**1.5.2.- Características de un modelo de profesor.** Diversos informes de la OCDE han señalado, como características del buen profesor, las siguientes:

- Compromiso con el trabajo. Es condición determinante para la buena valoración por los alumnos y el éxito en la tarea;

- Afectividad con los alumnos. Un comportamiento afectivo hacia los alumnos, con empatía, optimismo, estima y apoyo, son cualidades valoradas muy positivamente;

- Buen conocimiento de la materia que enseña y empleo de técnicas didácticas adecuadas. Saber lo que se enseña y enseñarlo bien. Combinar metodologías variadas, partiendo de las características diferenciales de los alumnos y del grupo;

- Trabajo colaborativo en grupo de profesores. El trabajo en grupo es altamente valorado, aunque no tan practicado. Analizar las experiencias y dificultades en sesiones formales, pero también en conversaciones de pasillo, es requisito para mejorar las competencias del profesor;

- Pensamiento reflexivo y crítico. Reflexionar en la práctica y sobre su práctica, a efectos de poner en juego nuevas hipótesis y desarrollar teorías y adoptar nuevas estrategias didácticas;

- Motivación por la calidad. Los buenos profesores se comprometen con la innovación y la calidad en los centros, procurando proyectos compartidos, liderazgos eficaces, apertura al contexto comunitario.

Todo está relacionado porque cuando se trató el tema de la calidad de los centros se hablaba de buenos profesores y de un buen comité directivo, al ver las condiciones de un buen profesor se habla de compromiso, difícilmente asequible si la dirección del centro educativo no está a la altura de las circunstancias.

Para hablar de la formación se han de tener en cuenta las características de un modelo de profesor, susceptibles de aplicarse, para de ese modo formarse para ser mejor profesional. En el campo del desarrollo como profesor se han de considerar, entre otros, los siguientes factores:

**A) Metas:** estrecha dependencia de los valores, los objetivos, las expectativas que un profesor mantiene en el ejercicio de su profesión. Estas metas pueden ser desde la transmisión de conocimientos hasta la formación integral.

**B) Dificultades en el ejercicio del rol docente.** La profesión docente está profundamente afectada por los cambios científicos, tecnológicos, económicos, sociales, políticos y culturales habidos en la sociedad. Las críticas a la educación y a la función del profesor son expresión del cuestionamiento que la sociedad y la cultura contemporánea hacen del rol de profesor. Los estudios que constatan la insatisfacción personal, el estrés y las patologías vinculadas al ejercicio profesional del docente son numerosos y variados. Entre las causas más frecuentes se señalan especialmente:

- el cuestionamiento continuo de la profesión y de las reformas educativas;
- la pérdida de estatus, prestigio y consideración social;
- las exigencias crecientes y contradictorias, junto con la falta de apoyos e información;
- salarios bajos, condiciones laborales inadecuadas, escasa promoción;
- vulnerabilidad y soledad ante alumnos, padres, compañeros e inspección;
- problemas de conducta y disciplina en las aulas;
- presión asfixiante de programaciones, evaluaciones, reuniones múltiples.

A modo de ejemplo se puede citar a Riera i Romaní (2008), hay que *“recuperar en parte dos dimensiones fundamentales del ejercicio profesional y el no-profesional de la educación:*

*Recuperar o clarificar la especificidad de los diferentes profesionales de la educación, facilitando así remarcar sus deberes y derechos profesionales, descargando la mochila dónde se ha cargado excesivamente por delegación...*

*Fortalecer las nuevas relaciones –familia-escuela-sociedad-, tomando como base que la misión educativa familiar –siguiendo el ejemplo- es asimétricamente y mayormente responsable respecto la escuela, de la educación de sus hijos.”*(Riera i Romaní, 2008:137)

**C) Formación inicial y permanente.** La convergencia de profundos cambios en el entorno económico, social y político, cultural y científico, así como en las características del alumnado, exigen fórmulas viables y alternativas de formación continua para el ejercicio de la función docente. El profesor ha de diseñar el proceso de enseñanza – aprendizaje en el aula, como procurar la adquisición de conocimientos y destrezas en un clima de colaboración, orientar a los alumnos, participar en el funcionamiento del centro, etc. Las competencias del profesor requieren un marco de capacitación idóneo que estimule la reflexión sobre la práctica.

**D) Condiciones laborales e incentivos .** Los incentivos que los profesores reciben y las condiciones laborales en las que realizan el trabajo, son determinantes de su satisfacción personal. Las condiciones tienen que ver con el número de alumnos por clase, los materiales curriculares y recursos informáticos, espacios adecuados para trabajo individual y grupal, tiempos disponibles para ello. Son también incentivos muy importantes para el trabajo del profesorado y su desarrollo profesional: una carrera docente que resulte atractiva; un salario digno y las posibilidades de promoción.

**E) Cultura profesional.** La cultura de los profesores y de los centros, así como la calidad profesional, son temas de investigación de gran peso en la actualidad. Hargreaves (1996) ha diferenciado en la cultura dos componentes: el contenido y la forma. Por contenido entiende los conocimientos, sentimientos y comportamientos que en alguna medida comparten los profesores, los valores y creencias, las expectativas y metas, las actitudes y motivaciones. La forma hace referencia a los sistemas de organización e integración que se establecen en los centros, y que son responsables, en gran medida, del clima laboral y satisfacción personal y profesional. Diferencia cinco formas de cultura:

1<sup>a</sup>) Individualismo. El profesor se percibe como responsable único de la enseñanza, quizá no tanto del aprendizaje, de “su” materia, a “su” clase.

2<sup>a</sup>) Fragmentación. Se caracteriza porque los profesores, en pequeños grupos, se enfrentan entre ellos, imposibilitando la cooperación en un trabajo colectivo.

3<sup>a</sup>) Agrupamiento obligado. Se caracteriza por una autoridad educativa que impone proyectos comunes y planes de mejora, pero que no goza de la aceptación del profesorado, que los percibe como imposición, obstaculizando la implicación personal.

4<sup>a</sup>) Colaboración. Se comparten básicamente las metas y valores educativos, respetando las individualidades y discrepancias. La colaboración va más allá de la acción docente en la vida del centro, abarca las relaciones personales y el ocio compartido.

**1.5.3.- El rol de profesor y la investigación.** Con todo esto se dan una serie de ideas acerca de la formación y se abren rutas por donde puede transitar la formación de los profesores en algunos aspectos, sin embargo una de las causas principales que se pueden esgrimir para seguir enalteciendo este campo de la vida profesional de los profesores consiste en que, de su formación depende la formación que se imparte a los estudiantes. En la hipótesis de que el profesor careciera de formación, los estudiantes también adolecerán de ella. Al ser una profesión que abarca desde los conocimientos hasta un componente afectivo en el trato con los alumnos, la formación del profesorado debe ser amplia, debe comprender los contenidos de la materia que imparte, así como los aspectos pedagógicos, metodológicos y didácticos correspondientes y la investigación, además de procurar adaptarse a los cambios de la sociedad con gran agilidad.

Básicamente los ejes poseen un peso equitativo por cuanto el docente debe explorar y vincularse con cada uno de ellas. En lo que concierne al saber pedagógico, me-

metodológico y didáctico el rol docente sobresale sobre otras profesiones, ya que el docente requiere de una actitud dócil y a la vez con cierta firmeza para tratar con sus alumnos y buscar los procedimientos para que la información suministrada llegue a su destino de la mejor manera, ocasionando un cambio en el receptor de la misma. El asunto de la investigación estará presente para que sirva de catalizador de lo que ocurre en este mundo educativo, y así poder detectar y constatar qué influencia tiene o tendrá determinada situación educativa en ese contexto. También el eje de adaptación es reseñable ya que la educación, como lo establece en sus principios generales debe ser flexible y abierta a cambios, para permitir las innovaciones que se derivan de las investigaciones que se realizan para mejorar y así elevar día a día la calidad de la educación.

El eje de la investigación didáctica ha evolucionado desde los planteamientos en que se trataba de obtener un listado de los rasgos de personalidad del profesor ideal (presagio-producto), pasando por tratar de medir la eficacia de los métodos docentes (proceso-producto), hasta la incorporación de procedimientos más flexibles y de tipo cualitativo como en los modelos de mediación, centrados primero en el profesorado (docencia) y después en el alumnado (aprendizaje).

El paradigma presagio-producto considera que la conducta del profesor es un reflejo de su personalidad. La encuesta es el instrumento predominante en la investigación, se relaciona la aptitud del profesor con el rendimiento del alumno. Se busca un listado de rasgos de personalidad del profesor eficaz. Una de las críticas consiste en que en que lleva implícito en este paradigma que el profesor es el único y personal responsable de la eficacia docente.

En el paradigma ligado a la eficacia se rechaza la idea de que el profesor eficaz es una persona dotada de una serie de características que lo hacen eficaz, para contemplar la actividad del profesor en el marco de una situación específica, que plantea determinadas exigencias para obtener éxito en ella. Se acepta la idea de que hay diferentes estilos de afrontar una misma situación que pueden ser igualmente eficaces. Este paradigma se puede subdividir en dos modelos: la eficacia de los métodos que centra su atención en la eficacia de los métodos definidos por expertos para el empleo por parte del profesorado y un segundo tipo que se centra en el análisis de observación sistemática con el que se observa al profesor para identificar patrones de conducta que puedan considerarse como estilos de enseñanza y se analiza la correlación con el rendimiento académico.



También existen modelos cualitativos como el paradigma mediacional centrado en el profesor. Consiste en identificar las variables que configuran el proceso de toma y ejecución de decisiones. Establece una diferencia entre si las decisiones son previas a la actividad (preactivo) o si son fruto del intercambio en el aula (interactivo). Existe el paradigma mediacional centrado en el alumno, en este caso se centra en los mecanismos internos que emplea el alumno en el aprendizaje y solución de problemas. En relación a este paradigma existen diferentes escuelas que se considerarán en el capítulo dedicado al estudio del aprendizaje.

Por último, el paradigma ecológico, Doyle (1978) se refiere a los trabajos que adoptan como enfoque de investigación el estudio de las relaciones mutuas entre las demandas ambientales y las respuestas humanas en el marco natural del aula. No se seleccionan con anterioridad las variables que se van a estudiar sino que se trata de estudiar la vida en el aula con toda su complejidad.

Además de estos paradigmas que son fruto de la investigación sobre la enseñanza, fijándose en ocasiones en la metodología didáctica y otras en el proceso de aprendizaje, existe también la investigación de los profesores en el aula. En el primer caso están respaldados por una estructura, surgen de teorías y dan lugar a estudios cuantitativos e interpretativos de cierto interés. En el segundo caso, investigación del profesor en el aula, no cuenta con estructura de apoyo, surge de problemas prácticos en la vida diaria en el aula, derivados de conocimientos basados en la experiencia y genera estudios interpretativos.

En consecuencia, el trabajo de profesor no implica únicamente impartir unas clases sino que conlleva una preocupación constante por la formación propia. He de asimilar los avances existentes en el proceso didáctico y de aprendizaje, preocuparse por estar al día en los conocimientos de la materia que imparte, también tener en cuenta los avances en psicopedagogía, además de la formación en el aspecto de la inteligencia emocional, campo tan amplio como importante para esta labor.

Desde estos supuestos, el profesor es el primero que tiene que preocuparse por su proceso de formación o la llamada educación a lo largo de la vida, concepto tratado anteriormente y aplicable a todo profesional, sea cual sea su labor. Labrador (2006) manifiesta que en la sociedad actual, ante la globalización de los sistemas económicos y de comunicación, el rápido desarrollo de la ciencia y la tecnología, la modificación de la

estructura de edades y la movilidad de la población, los patrones de trabajo y desempleo, la creciente crisis ecológica, las tensiones entre grupos sociales de diferentes culturas, etnias, roles de género, religión, etc., tendencias que, obviamente, se reflejan en comportamientos, identidades y modos de vida cotidiana. Pues bien, debemos reconocer que será la educación y la formación continua el medio que nos ayudará a soportar y a controlar el cambio; es preciso tomar conciencia de la importancia de esta realidad.

El profesor se encuentra ante grandes dificultades como son la motivación, el momento, el campo, el curso que realizar o el material que seguir. Sin embargo, debe buscar estar al día porque en educación el presente es pasado. Hasta el proceso de innovación de Bolonia, la formación de la mayoría del profesorado se concretaba en el prácticum para las personas que iban a ser maestros de primaria y para los profesores de secundaria y bachillerato en el Curso de Adaptación Pedagógica (CAP). Con la experiencia adquirida y las directrices de Bolonia el Curso de Adaptación Pedagógica se ha normalizado en formato de Máster, de 65 créditos ECTS, correspondiente a un año académico.

### **1.6.- Retos morales y educativos de la globalización**

Tomo parcialmente este encabezamiento del título del libro “Retos educativos de la globalización. Hacia una sociedad solidaria” de Altarejos et al. (2003), por su notable interés para el análisis de la perspectiva de la responsabilidad social y moral de una educación de calidad que, según los autores, constituye la verdadera plantilla sobre la cual se puede y debe construir la formación del ser humano hasta llegar a la persona humana formada, capaz de convivir en una sociedad solidaria.

La educación ha de plantearse desde la realidad del presente hacia el futuro, ya que en sí misma entraña la naturaleza de un proyecto que por definición tiende a su realización. El hombre se ha afianzado durante la modernidad en una específica orientación hacia el tiempo, que acentúa la relevancia del presente - su sentido ‘cuasi’ sagrado de los horarios y de la puntualidad - minusvalorando el pasado. Sin embargo, esta acentuación del presente unido a un ‘enfermizo afán de seguridad’, está alimentando un cierto retroprogresismo, que repite fórmulas y análisis del pasado, aunque remozadas según los indicadores de la sociedad actual. Aunque, *“como expresión de un sentimiento de cálida nostalgia se puede decir que ‘cualquier tiempo pasado fue mejor’, sin embargo*

*sensata y objetivamente, lo más que puede afirmarse es que cualquier tiempo pasado fue anterior*” (Pieper, 1984:113).

No ha de afrontarse el futuro a partir de esquemas pretéritos, refugiándonos en la tienda de lo caduco. El futuro llega inexorablemente y la actitud más sensata consiste en aprovechar las oportunidades que ofrece. Sin embargo también hemos de ser conscientes que el futuro lo actualizamos cada vez con mayor frecuencia, haciendo más complicado el análisis de la realidad que nos circunda. La razón de la complejidad se apoya sobre el carácter reflexivo de la sociedad del conocimiento en un doble sentido: por una parte, la ciencia posee la fuerza de actualizar virtualmente lo que va a ser y el agente de la acción histórica se aproxima a la realidad mediante las categorías que la ciencia ofrece de los fenómenos sociales y en la relación dialéctica, “distancia – pertenencia, lo que va a pasar, entra a formar parte de lo que sucede”. Al incorporar el futuro al presente, el actor está modificando el objeto social del conocimiento, es decir, “*el universo social se reestructura continuamente mediante los actos reflexivos de los seres humanos*”(Mújica, 2003:77), instalándose de esta manera el cambio en el meollo mismo de la realidad, añadiendo una nueva dificultad a una educación de calidad.

Prestar atención a las oportunidades que la globalización puede ofrecer a la educación constituye la plataforma de despegue interesante para la reflexión sobre la educación en calidad. Partimos de la hipótesis de que la formación incluye la tarea de remodelación y perfeccionamiento de la persona, en todas sus dimensiones, para ejercer destrezas y competencias. No vamos a entrar en las diferencias de todos conocidas entre educación y cualificación, aunque no es infrecuente en documentos políticos y gubernamentales, nacionales e internacionales hallar a la educación reducida a la capacitación de expertos y al entrenamiento de habilidades.

Teniendo en cuenta el nuevo marco de las sociedades tecnificadas y el nuevo imperativo de la innovación, el proceso educativo de calidad debe ser, antes que cualquier otra cosa, formación básica en hábitos intelectuales, operativos y éticos de la persona. Esto permitirá ofrecer el “capital humano” indispensable para las previsibles readaptaciones profesionales, a la par que garantiza el desarrollo técnico y económico sostenible y compatible con el deseo de vida buena, esto es, psicológica y moralmente satisfactoria, anhelo irrenunciable de todo ser humano, sea cual fuere su nivel de bienestar.

Para corroborar estas afirmaciones se puede citar que “desde la perspectiva de la tradición y de la modernidad podemos precisar qué capital humano es *“la persona for-*

*mada e informada para hacerse capaz de asumir por sí misma la responsabilidad de su biografía con el fin de realizarla como un proyecto personal e intranferible*". A esta formulación subyace la convicción de que cada vida es la biografía de la que sólo puede ser autor quien se la atribuye como proyecto personal, en el que concurren episodios, situaciones, acciones y elecciones que, sea cual fuere el grado de autonomía o coacción deben ser asumidas y reconocidas como propias. Incluso la ley, la obligación, la norma, el mandato y la creencia deberán ser legitimadas racional y reflexivamente por cada persona. Sólo así el ser humano podrá reconocerse como persona y se calificarán como éticas aquellas conductas que vienen motivadas por los aspectos teleológicos de la acción en vistas a la realización de proyecto biográfico" (Maceiras, 2006:14).

En el marco de la sociedad global del conocimiento, el discurso sobre la calidad de los procesos educativos urge la identificación de los aspectos radicales de la situación presente que, a modo de señales pueden *"sugerir posibles enfoques innovadores para afrontar el porvenir en consonancia con las nuevas realidades"* (Altarejos et al., 2003:18). Aunque sea brevemente, me detendré en dos dimensiones de la mayor relevancia en la configuración de ese horizonte humanístico: la educación para una ciudadanía universal y la educación en los valores para una convivencia pacífica.

#### **1.6.1.- Hacia una ciudadanía universal.**

*"La apertura educativa a la diversidad es una de las actitudes elementales que reclama la globalización"*. No cabe duda que la globalización plantea la aspiración a la universalidad que puede entrar en conflicto con la identidad bien sea nacional, religiosa o cultural. Este es un reto al que la educación de calidad no puede sustraerse por mucho tiempo. Una formación humanística y cívica en que se atienda a los valores de la democracia, la igualdad de oportunidades, el respeto a la diversidad, la educación para la ciudadanía, etc., puede ayudar a resolver el reto.

La ciudadanía es una realidad que *"los miembros de la comunidad deben aprender a ejercitar y este aprendizaje requiere educación tanto para saber exigir nuestros derechos propios como para aceptar y saber asumir las responsabilidades como ciudadanos"* (Cobo, 2005:122). La interpelación ética a la conciencia del individuo, desde la perspectiva de los derechos humanos exige, por parte de todos, la superación de *"nuestras miopías"* y la necesidad de abrir nuestras conciencias a la elaboración de un pensamiento consistente e imprescindible, cuando se trata de prestar la debida atención a los asuntos relacionados con la educación, la pobreza o el medio ambiente.

Nos hallamos situados en un pequeño planeta, en que las distancias se acortan progresivamente, por lo que se requiere un esfuerzo que afiance en nuestras vidas el convencimiento y el sentimiento de *‘ciudadanía universal’*, que nos estimule a pasar *“del nosotros tribal al nosotros plural, ... pasar de un modelo de sociedad donde ‘los demás’, los que no son de mi comunidad ... no sean ‘ellos’, sino que formen parte de un ‘nosotros’ mayor”*, promoviendo la incorporación a este *‘nosotros’* de la misma naturaleza física, en que estamos instalados, lo que exige *“pasar de una relación de explotación ... a una relación de protección y cuidado de una entidad vulnerable”* (Carrera, 2003:8).

El desarrollo de la ciudadanía universal supone y exige la puesta en práctica de un conjunto de deberes y derechos de las comunidades políticas con los sujetos físicos y jurídicos que las componen y viceversa así como las *‘relaciones de dichos sujetos entre sí en el ámbito de la convivencia ciudadana’*. El *concepto moderno de ciudadano o ciudadana* no se refiere únicamente a algunos deberes y derechos humanos, como podía ser antaño el derecho de ciudadanía, que se vinculaba a algunos derechos políticos y civiles, sino a *“todos los deberes y derechos humanos que dicen relación con la convivencia social. En consecuencia la ciudadanía universal es una síntesis de lo que puede ser la realización social integral de esos deberes y derechos en una comunidad política actual”* (Cobo, 2005:121)

#### **1.6.2.- Valores para una convivencia universal.**

No cabe duda que como punto de partida, *“una de las claves indudables para afrontar la globalización es el recto y pleno sentido de la solidaridad para una convivencia universal”*. 1º) En primer lugar, ha de recuperarse el sentido utópico, no en vano, *“el ideario de los derechos humanos se funda no sólo en las necesidades humanas, sino también en la apertura humana a la dimensión utópica”* (Gutiérrez, 2002:288).

Si nos movemos dentro del contexto de que *‘nada es posible hacer distinto de lo ya hecho’*, no se puede pretender cambio alguno ni mejora de ninguna clase. Si el hombre no fuera capaz de imaginar e intentar la realización de nuevas y mejores alternativas, viviría todavía en las cavernas. *“Hacen falta pues nuevas utopías para emerger del pesimismo”*. La recuperación de unas ciertas actitudes utópicas se hace necesario para los individuos, los grupos y para los pueblos, que hagan posible *“ocuparnos de los problemas”* (Carrera, 2003:4).

2º) Un mundo más humano es posible y necesario. Es nuestra responsabilidad avanzar hacia una nueva mentalidad, capaz de construir un mundo más humano y sin exclusiones. Puesto que *“no estamos solos en este camino y los pequeños cambios son posibles (...) deberíamos plantearnos la necesidad de elaborar un marco ético global o, en otras palabras, un marco de valores compartidos”* (Carrera, 2003:5).

Un planteamiento humanista, con un mínimo de coherencia, exige un diseño de la educación moral centrada en valores como la solidaridad, la tolerancia, el respeto mutuo y en todo caso la lucha contra la xenofobia. Es necesario asentar el principio de que lo positivamente inteligente es abrirse a la relación con los otros. El egocéntrico no ha aprendido que los bienes de mayor valor son los que crecen al compartirse.

Como dice algún autor, *“si la libertad fue el valor guía de los derechos de la primera generación, como lo fue la igualdad para los derechos de signo económico, social y cultural, los derechos de la tercera generación tienen como principal valor de referencia a la solidaridad. Los nuevos derechos humanos se hallan aunados entre sí por su incidencia universal en la vida de todos los hombres y exigen para su realización la comunidad de esfuerzos y responsabilidades a escala planetaria”* (Pérez Luño, 1991:210).

3º) El valor de la solidaridad. La necesidad de inculcar y favorecer en los procesos educativos unos comportamientos solidarios con nuestros semejantes encuentra su fundamento adecuado en la misma organización de la sociedad, a la que el hombre accede en busca de seguridad, de bienestar y de desarrollo de su propio ser. Por su misma naturaleza el hombre es un ser con otros, un ser abierto a otros, sólo la comunicación con los otros y por consiguiente la unión con los otros, permite albergar esperanzas fundadas de obtener en alguna medida esos objetivos.

Desde la experiencia, la sociedad actual ofrece un panorama ambivalente sino contradictorio. Por una parte se percibe una conciencia de la mutua interdependencia de los pueblos, al socaire de la cual se están impulsando proyectos solidarios por doquier, se movilizan miles de Organizaciones No Gubernamentales, ONGs, y millones de personas de toda condición, que evidencian una positiva solidaridad. Sin embargo, también somos testigos de una pandemia de insolidaridad, que acompaña el excesivo afán de lucro, las ambiciones nacionalistas, los guetos de marginación y pobreza afincados en nuestras ricas ciudades, la hostilidad frente a la emigración, etc. Como afirmaba el conocido investigador de la economía, el Premio Nóbel Amartya Sen, conocido por su compromiso con los problemas de la pobreza, de la desigualdad, con las hambrunas o

con los problemas de género, que en la entrevista concedida con motivo de su investidura como Doctor Honoris Causa en la Universidad Complutense (2009), apuntaba como causa de la crisis económico – financiera a la falta de confianza, que una vez rota resulta extremadamente difícil recuperarla y de ahí que para Amartya Sen la crisis nos ha hecho aprender algunas cosas sustanciales para la acertada marcha de la economía: “*Que la economía de mercado necesita límites, regulación y que el mercado no puede basarse sólo en buscar beneficios sino también en valores, en la confianza en el otro y en acciones responsables. También hemos aprendido que hay una necesidad de coordinación más allá de las fronteras entre países*”(Sen, 2009:11).

Desde la misma noción de solidaridad se descubren connotaciones muy interesantes al respecto. Si bien no procede hacer ahora un análisis exhaustivo, “desde el latín el término solidaridad (*solidus*. El sustantivo *solidaritas* no es conocido en el latín clásico sino se genera en los ámbitos teológicos posteriores y se generaliza de la mano de la filosofía moderna y de la sociología) implica connotaciones de entero, compacto y de igualdad de las partes que integran el conjunto sólido. En la terminología jurídica (derecho sucesorio, derecho de obligaciones, etc.) se usan términos de responsabilidad solidaria y aceptación solidaria, que en todo caso apuntan a un conjunto homogéneo de personas o cosas, en el que resultan iguales las partes. En la teología cristiana, la idea de igualdad de las partes se construye desde la comunidad de origen de todos los hombres, por el hecho original de la creación”(Gutiérrez García, 2001:56), sin embargo no cabe duda que la verdadera solidaridad se construye desde un conocimiento y aceptación de la igualdad entre los que se pretende tejer los lazos de solidaridad. Dejando al margen los variados modos de entender la solidaridad (*Solidaridad por necesidad*, que se origina como resultado de situaciones de riesgos extremos; la *solidaridad como espectáculo*, que se convierte en artículo de consumo; la *solidaridad como campaña*, cuyo objetivo es la propagación de las desgracias a través de los medios de comunicación a fin de obtener unas respuestas rápidas. Emma Bonino denomina este tipo de solidaridad como el “*servicio de urgencias, puesto que atienden lo necesariamente urgente*” (Aranguren, 2000:54).

4º) La verdadera solidaridad es la solidaridad entendida *como cooperación*, implica una actitud positiva que ha puesto en marcha estupendos proyectos de ayuda al mundo subdesarrollado o en vías de desarrollo, movilizando a tantos individuos agrupados en los nuevos movimientos sociales, las ONGs. En mi parecer, esta tarea y esfuerzo son una muestra excelente de solidaridad en el mundo actual. Se hace justicia cuando se



exalta estos encuentros con el otro, practicados por tantos jóvenes y no tan jóvenes en un plano de igualdad. La solidaridad es el benéfico efecto de la difusión de los derechos humanos entre los hombres, que bebe en diferentes fuentes de tipo laico y religioso, se nutre de las creencias laicas de la dignidad humana, comunidad de origen y destino e igualdad de la naturaleza racional en todos los hombres y encuentra también un nutritivo manjar en las creencias religiosas de que todas las cosas tienen un mismo creador al que están ordenadas, y que todos los seres humanos son hermanos porque tienen un mismo padre Dios. A esta fuente originaria se refiere el *Cántico de las Criaturas* de San Francisco de Asís.

La promoción del ideal de la solidaridad y su efectiva realización es una tarea para la que la educación tiene inmejorables recursos y constituye una modulación actualizada de su función esencial que es humanizar eficazmente al ser humano.

### **1.7.- Ensayo de recapitulación.**

Para concluir este primer capítulo, es obligado realizar una breve síntesis de los aspectos que se han tratado, teniendo en cuenta su variedad aunque todos están interrelacionados, por ocuparse de la educación, sus metas y estrategias, calidad de la educación, las TIC, ciertas consideraciones respecto de la formación y cualidades del profesorado y algunos de los retos que la globalización presenta al sistema educativo. La variedad que enriquece el contenido de este primer capítulo nos lleva a resumir lo expuesto en él.

La educación constituye el asunto que da coherencia a los diferentes apartados que comprende este primer capítulo, hace de denominador común a todos ellos, es el criterio de su sistematización, encuentran en la educación su razón de estar, como es obvio, y también la educación se convierte en la perspectiva de referencia desde la que se hace el tratamiento de cada uno de los apartados ya mencionados.

**1.7.1.- Escenarios de la situación.** Los escenarios a tener en cuenta en la educación son múltiples y variados: comprenden la situación de su familia, el lugar en que se ubica, el centro donde se educa y los diferentes grupos y sistemas normativos de referencia y pertenencia del educando. Explorando en la literatura específica sobre el concepto de educación se han hallado diferentes perspectivas de tratamiento del tema. No se trata de un conjunto de imposiciones que desde fuera se hacen caer sobre el educando



para que en todo caso se las incorpore. La educación se concibe como un proceso continuo, es decir, se entiende la educación como un proceso permanente que se extiende a lo largo de toda la vida del ser humano si bien se reconocen perfiles de especial intensidad en determinados momentos, como en la adolescencia y en la juventud y en aquellas otras etapas en que los cambios del sistema económico le colocan en una situación de desempleo y el actor social ha de volver a equiparse del capital humano acorde a las nuevas circunstancias.

La educación se concibe asimismo como un proceso abierto en el que colaboran múltiples agentes sociales en orden a que el educando adquiera en la educación conocimientos, pero también competencias, habilidades y destrezas para el ejercicio profesional provechoso para el individuo y para la sociedad. El sistema educativo ha de perfeccionar un diseño humanista capaz de ofrecer a las generaciones jóvenes materiales válidos para estimular la construcción de su propia identidad personal que facilite su incorporación a la sociedad nacional de pertenencia, con su cultura, sus leyes y su economía, donde tiene sus raíces y donde discurrirá la mayor parte de la vida para la mayoría de ellos. Al mismo tiempo la educación ha de estimular la formación de una personalidad abierta al otro sin dejar de ser ellos mismos, teniendo en cuenta que sólo los escenarios abiertos son viables.

Un tercer asunto sobre la educación se refiere a las metas permanentes de la educación y que hemos concretado en tres dimensiones básicas: en primer lugar la educación siempre ha sido un procedimiento estimable de enriquecimiento del individuo, pero en la actualidad es para la inmensa mayoría de los seres humanos la vía única de promoción individual. En segundo lugar, en la mayor parte de las sociedades que actualmente pueblan el planeta tienen suficientemente socializado la transmisión de los conocimientos mediante el sistema educativo, porque están convencidos por experiencia propia y ajena que cuanto más acceda la ciudadanía a la educación y más capital humano acumule, mayor riqueza posee la sociedad. En la sociedad del conocimiento, este recurso ocupa el primer lugar por su importancia y relevancia para actuar en el medio económico, social y político. Se da además la circunstancia de que, a diferencia de otros recursos – capital y trabajo – el conocimiento no es consumido por el uso, es generado por las personas, dándose la especial circunstancia de que la disponibilidad de más conocimientos y la asidua participación de los mismos comporta una mayor capacidad para generarlo, impulsar su transmisión y operativizarlo en nuevas tecnologías. La sociedad globalizada del conocimiento aprecia y valora positivamente el conocimiento y

procede a su organización, financiamiento y evaluación de su producción, transmisión y difusión. En tercer lugar, al sistema educativo corresponde el desafío de lograr que las capacidades de la mano de obra correspondan a las necesidades de las empresas y de los empleadores. Este objetivo significa que las mujeres y los hombres cuando concluyan su período específico de formación, puedan incorporarse con éxito al mundo laboral, porque se les ha dotado del equipamiento técnico – profesional adecuado.

El objetivo de la adecuada formación para la profesionalización de los estudiantes nos conduce a otro asunto tratado en el capítulo, la necesidad de que la educación eleve sus niveles de calidad, para que la inserción profesional se realice con éxito, a pesar de que el mundo que les espera está afectado por unos cambios frecuentes y profundos. Se ha de tomar en cuenta que el agente de la calidad en la educación es el profesor, son los formadores y la calidad educativa recaba un mejoramiento de la formación inicial y permanente de los profesores y formadores tanto respecto del contenido de la formación cuanto de la capacidad de motivar al estudiante. Elevar el nivel de la educación en un determinado escenario social implica el incremento de la alfabetización tanto respecto de las matemáticas que constituyen la base del desarrollo científico actual, la lectura comprensiva y el comentario de textos de los grandes autores, la escritura como eficaz instrumento para dotar de competencias y facilitar la comunicación, el insustituible dominio del idioma nacional y en un mundo abierto es imprescindible conocer un idioma extranjero, que facilite sus relaciones con los otros y la comprensión de otras culturas. Teniendo en cuenta que el aprendizaje ha de ser continuado a lo largo de la vida, es obvio que ha de comenzar por ser atractivo y compatible con la calidad de la educación. La calidad educativa exige que en el sistema educativo se instale una cierta competencia entre los centros y una cierta transparencia que permita a la sociedad conocer cuál es el nivel educativo de los centros en que se educan los estudiantes. No cabe duda que los mecanismos de evaluación de la calidad de los centros escolares y las instituciones de formación son esenciales y donde no existan han de implantarse para que el sistema educativo y de formación adquiera los niveles de calidad, eficacia y eficiencia que puedan contrastarse. La evaluación en los centros educativos ha de guiarse por tres principios básicos: la evaluación ha de entenderse como un medio al servicio del proyecto educativo. No tendría sentido si no sirve a los objetivos del programa. En segundo lugar, la evaluación de la calidad ha de regirse por el principio del respecto a la dignidad del personal del centro y de sus legítimos intereses y por último la evaluación ha de

ser pública, es decir, las partes interesadas han de tener acceso al diseño, implementación, resultados y decisiones correspondientes.

**1.7.2.- Funciones de los medios tecnológicos.** En el capítulo se hace una breve reflexión sobre las Tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en cuanto se consideran socialmente como los mejores y más sofisticados medios tecnológicos de captación, conservación y transmisión de la información, que alientan la creación de conocimientos de tres maneras significativas: acumulan y ponen a nuestro alcance una abundancia potencial de información sin precedentes; facilitan las interrelaciones entre los creadores, difusores y clientes de los productos culturales y materiales de todas partes y, en tercer término, las TIC posibilitan el acceso a potentes bases de datos, de máxima utilidad para el progreso científico. Sin embargo es atendible otro aspecto, en mi parecer, de cierta consideración es la capacidad de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación de recrear un nuevo espacio social, un nuevo entorno transido de redes telemáticas al que el hombre se irá acomodando y adaptando en un largo proceso en el que desarrollará nuevos conocimientos que faciliten la comprensión del nuevo medio digital. No cabe duda que el nuevo entorno social construido a partir de las aportaciones tecnológicas y de la cultura favorable a los avances técnicos presenta una gran complejidad no sólo en cuanto a sus propios contenidos sino en cuanto receptor de los conocimientos.

La sociedad del conocimiento emerge en el contexto de la configuración de un poderoso sistema conformado por la ciencia, la tecnología y la industria que encumbra a la ciencia a una posición relevante en el sistema productivo que favorece la sucesiva emergencia de la economía de servicios que se impone a finales del siglo XX sobre la economía industrial clásica, acentuando el tipo de trabajo simbólico – analítico que da primacía a lo que es superior en el hombre, su inteligencia. En este tipo de sociedad los cambios más obvios afectarán al ámbito educativo: se enseñará y se aprenderá a aprender, a fin de que cada individuo construya el diseño de su propia formación, insertándola en su currículo profesional. La tensión hacia el aprendizaje no se reduce a la necesidad individual de aprender, dada su originaria limitación, sino que se asienta en la radicalidad de la misma naturaleza humana que, como afirma Aristóteles al comienzo de su *Metafísica*, “todos los hombres tienden por naturaleza a saber” y por ello el hombre debe primariamente saber. La adquisición de conocimientos exige capacidad, esfuerzo, y recursos, pero es algo valioso que progresivamente se constituye en elemento diferenciador entre los individuos y entre los pueblos.

Aquí es donde se inserta la importancia de las TIC en el ámbito educativo. En cuanto producto de la ciencia, las tecnologías de la información y la comunicación se benefician de la actitud favorable que ésta obtiene en el contexto social y de manera especial en el grupo de los más jóvenes, por lo que sería un contrasentido que estas no se estudiaran en el proceso educativo. Pero también sería aberrante no usarlas como instrumentos de comunicación del conocimiento, es decir, como instrumentos didácticos, puesto que cuentan con una actitud inicial favorable, que potencian además su eficacia en el aprendizaje, ya que la transmisión del conocimiento mediante el uso de las TIC se lleva a cabo mediante la armoniosa conjunción de texto e imagen a la que los jóvenes están mejor dispuestos. Los cambios en los actuales sistemas educativos se convierten en imprescindibles, de modo que los niños y niñas de hoy aprendan a conocer y cuidar la naturaleza, continúen su aprendizaje para funcionar en el medio urbano y, con la misma exigencia, se impone la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades para funcionar en el espacio digital. Han de aprender a actuar, a moverse, a jugar, a representarse, a diseñar, a leer y escribir en los sistemas multimedia.

**1.7.3.- El profesor como actor social responsable.** En la sociedad actual el profesor ejerce su profesión durante muchos años, más de treinta en muchos casos. Teniendo en cuenta que en la actualidad los cambios ocurren con frecuencia, el profesor en el ejercicio de su profesión se ha visto afectado por los muchos acontecimientos acaecidos en su entorno. Es obvio que en su ciclo vital, se acumulan experiencias, se amplían conocimientos, se modifican actitudes y valores. En su entorno ocurren cambios científicos, tecnológicos, económicos, sociales y culturales, que alteran radicalmente las demandas al sistema educativo y a su función profesional. Al mismo tiempo, los renovados estudiantes presentan características diferenciales y cambiantes en nivel económico y cultural de la familia, capacidades mentales, motivaciones e intereses. La profesión de profesor exige dominar un conjunto de conocimientos y competencias; que ha de aprender en instituciones superiores de formación universitaria; que requiere continua formación y actualización de conocimientos y técnicas; que ha de poner en práctica según principios éticos; para responder a una necesidad personal y social de primer orden, como es la educación.

Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta las diferentes tendencias que respecto de la profesionalización del docente se hallan en el contexto no sólo académico sino también social, puede afirmarse que el rol de profesor en las circunstancias actuales se halla inmerso en situaciones expresas o soterradas de verdadero conflicto. Los factores

del mismo pueden ser cambiantes pero en todo caso la comunidad de alumnos, las exigencias y normativas sociales, los reglamentos del centro y las expectativas de los padres de los estudiantes conforman una variopinta amalgama de fuerzas diversas y a veces divergentes que presionan sobre el profesor, con el consiguiente gasto de esfuerzo y estrés sobrevenido. A estos factores internos al ejercicio profesional ha de adjuntarse la pérdida de estatus que los profesores están sufriendo en el medio social y que, a veces, hasta las mismas normativas con las exigencias burocráticas y administrativas que cargan sobre los profesores, les obstaculizan y perturban en la consecución de los objetivos sustanciales que como profesores le corresponden. *“La complejidad de la función docente supone un gran esfuerzo continuado, una alta inversión de recursos mentales y personales, que difícilmente se ven compensados con incentivos razonables. De ahí el profesor quemado, estresado, deprimido. Es preciso que el profesor se cuide a sí mismo si quiere ser agente para el desarrollo de otras personas. El ajuste personal, equilibrio emocional, bienestar, son condiciones personales necesarias para una buena práctica profesional”*(García García, 2009:63).

Actualmente el profesor no es el único agente educador pero en mi parecer es siempre actor responsable de la educación y del aprendizaje de los alumnos, compartiendo esta tarea en primer lugar y de manera especialmente significativa con el alumno, que es el primer responsable de su educación y aprendizaje y con el estudiante se encuentra asimismo la familia, el centro educativo y la sociedad. Esta corresponsabilidad, como dice el profesor Emilio García, no es excusa *“para que el profesor no asuma su responsabilidad intransferible y se instale en sistemas de atribución distorsionados, según los cuales se apropia de todos los éxitos, atribuyendo los fracasos a los agentes externos”* (García García, 2009:62).

Por último, en las circunstancias actuales europeas el profesorado, en su tarea educativa, es víctima del pluralismo cultural que se instala en la escuela fruto de las condiciones migratorias de los países europeos, y a ello ha de sumarse ciertos afanes de ingeniería social que se están practicando en nuestro país, que obviamente dificultan el proceso educativo y que pueden conducir al profesor a situaciones de conflicto con otros profesores y hasta con los centros educativos. En todo caso la situación es de relevancia suficiente para que se consideren alternativas que presentar a los profesores en orden a solucionar o paliar sus efectos.

**1.7.4.- Reflexión sobre la calidad de la educación.** El último apartado del capítulo lo está dedicado a responder a los retos y oportunidades que la globalización puede

ofrecer a la educación, que constituyen la plataforma de despegue interesante para la reflexión sobre la educación en calidad. Partimos de la hipótesis de que la formación incluye la tarea de remodelación y perfeccionamiento de la persona en todas sus dimensiones. Por consiguiente la educación ha de ofrecer las oportunidades necesarias para que el educando alcance el nivel de conocimientos, competencias y habilidades que le permitan, en su momento, el ejercicio de concretas tareas que se estiman necesarias para la sociedad. Sin embargo, la educación va más allá de la instrucción y el entrenamiento. Ha de contribuir a que el educando construya una identidad personal consistente y coherente con las circunstancias nacionales que le permitan integrarse en el proyecto nacional, cultural y político de su país.

Ahora bien, la sociedad actual es una sociedad global que mantiene densas interdependencias con otras sociedades, se imponen flujos de intercambio con países de otros lugares y de diferentes culturas, se aceptan, favorecen y hasta se imponen ciertos tipos de movilidad de los individuos lo que demanda no solo conocimientos nuevos y competencias de más calidad, en orden al éxito no sólo económico y sino también cultural y social. Los intercambios son cada vez más frecuentes y más decisivos en la vida de los individuos y de los pueblos. El escenario se está ampliando con nuevos competidores y con nuevas normas de competición. Sólo estar ya es positivo, pero muy importante es participar lo que tiene un coste elevado de equipamiento conceptual y de competencias. Sin embargo el éxito individual y colectivo depende cada vez en mayor medida de la participación exitosa en el escenario global. Preparar a los individuos para esta participación en escenarios globales es en la actualidad una función inexcusable de la educación.

En los escenarios globales se producen oportunidades de todo tipo, que pueden satisfacer a algunos participantes, pero como es obvio la progresiva competencia acrecienta su inclemencia y sus resultados producen también incertidumbres y muy variadas situaciones de exclusión para muchos. Además de las intervenciones estructurales necesarias para atemperar los efectos negativos de la dura competencia, es necesario equipar a los individuos con nuevos y más sólidos recursos que favorezcan las relaciones humanas y de solidaridad para con los otros, entendiendo por tales otros los próximos y los alejados, especialmente con los perdedores de la competición global. Se ha hecho mención de una educación cívica universal que atienda a los valores de la democracia, la igualdad de oportunidades, el respeto a la diversidad, la educación para la ciudadanía, etc. En todo caso la educación cívica universal no ha de nutrirse de presupuestos ideo-

lógicos, que siempre son parciales y excluyentes, sino de aquel tipo de valores, ideas y creencias comunes y que recogidos en el ordenamiento constitucional constituyen los valores básicos de toda convivencia pacífica. En segundo lugar se ha hecho mención de la necesidad de equipar a los jóvenes y no tan jóvenes educandos en principios de solidaridad que se correspondan con la solidaridad de cooperación, es decir, la solidaridad que parte de aceptar al otro en un plano de igualdad.

Hemos de ser conscientes que la desigualdad social entre individuos y entre sociedades es permanente, tanto en la modalidad de desigualdad de rentas como la desigualdad en términos de conocimiento. Es igualmente cierto que cualquier tratamiento de redistribución de rentas, asistencia al necesitado y de oportunidades de acceso al conocimiento siempre son procedimientos susceptibles de un ordenamiento mejorable. Siempre es posible avanzar hacia horizontes de mayor justicia, hacia una sociedad que mejore sus lazos de integración social y territorial. Esta posibilidad se convierte para el ser humano individual no solo en una oportunidad sino en un reto ético, una exigencia moral que demanda su implicación en la mejora de las instituciones y de los comportamientos sociales de los individuos. Pero también es una exigencia política ya que *“la sociedad no puede sostenerse a sí misma como comunidad de comunidades si las disparidades en bienestar y riqueza entre las élites y el resto de la sociedad son demasiado grandes”* (Etzioni, 2001:98). Lo que es válido para la comunidad de individuos en este sentido parece que ha de ser también una exigencia válida para la comunidad de naciones o la comunidad global. La comunidad de naciones no podrá organizar un sistema de convivencia armonioso, pacífico y duradero, si se persiste en la exclusión de amplias regiones del mundo. No se puede transferir sólo a las generaciones futuras el deber de concretar estos ideales de justicia. Se imponen una serie de retos que han de hallar en los Derechos Humanos la mejor fuente de inspiración para el profesor y los educandos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALTAREJOS, F.; RODRÍGUEZ SEDANO, A. Y FONTRODONA, J., (2003) *Retos educativos de la globalización*. Hacia una sociedad solidaria. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, S.A. (EUNSA).
- ARANGUREN, L. (2000) *La solidaridad como encuentro*, en AA.VV. El proceso de globalización mundial. Barcelona: Documentos Intermón.
- ARGUELLES, A. (1997). *Formación basada en competencias laborales*. Mexico: Limusa.



- BAUMANN, Z. (2007) *Tiempos líquidos*. Barcelona: Tusquets.
- CALZADILLA, M.E. (2001) Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación, en *OEI-Revista Iberoamericana de Educación* (Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador) 1-10.
- CARBONELL S, J. (2008) *Una educación para mañana*. Barcelona: Octaedro.
- CARRERA I CARRERA, J. (2003) *Mundo Global Ética Global*, Cuadernos C J, nº de abril, 118, 1-32. Barcelona: Cristianisme i Justícia.
- CASOTTI, M. (1956; ed. 1973). *Didattica*, Brescia: La Scuola.
- CLAPARÉDE, E. (1931) *La educación funcional*. Madrid: Biblioteca Nueva, ed. 2008.
- CLIMENT GINE, G. (2002). Des de l'esfera dels valors, *Revista de Blanquerna (Barcelona)*, 7.
- COBO SUERO, J. M. (2005), *Otro mundo es posible*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S. (2002). *Dentro/fuera. Enseñantes que investigan*. Madrid: Akal.
- COLL, C. y SOLÉ ,I. (1990). *La interacción profesor/alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001) Informe de la Comisión: Futuros objetivos precisos de los sistemas educativos. Com (2001), 59 final, Bruselas 31/01/2001.
- COMITÉ DE EDUCACIÓN DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC) (2005) *Calidad en educación, calidad de la educación*, edita Madrid: Asociación Española para la Calidad.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1990) *The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row.
- DAVID, P. A. y FORAY, D. (2002) Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Revista Internacional de Ciencias Sociales* (Venezuela: OEI) 171, 1 – 22.
- DELORS, J. y otros (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- DEWEY, J. (1927) *Filosofía de la educación: los valores educativos*. Madrid: la lectura.
- DOYLE, W. (1978). *Student mediating responses in teaching effectiveness*. Texas: Deuton TX..
- ECHEVARRÍA, J. (2000) Conocimiento en el medio ambiente digital. *Nueva Revista*. (Madrid) 70, julio – agosto, 25-29.
- ESCÁMEZ SÁNCHEZ, J. (1993) *José Ortega y Gasset. Perspectivas (París)*, vol. XXIII, nº 3-4, págs. 808-821.



- ESTEVE, J.M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Ariel.
- ETZIONI, A. (2001), *La Tercera Vía hacia una buena sociedad*, editorial. Madrid: Trotta.
- FERNÁNDEZ-VALMAYOR, A., LÓPEZ-ALONSO, C. y FERNÁNDEZ-MANJON, B. (2000) *Building university electronic educational environments*, 51-66. IFIP. Boston: Kluwer academic publishers.
- FONTAINE, P. (2003). *Doce lecciones sobre Europa*, (D. E.), Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- FREIRE, P. (1965) *La educación como práctica de la libertad*. Sao Paulo: Cavilicao brasileira.
- FULLAN, M. (1985) Change processes and strategies at the local level. *The Elementary School Journal (Chicago)*, 84, 390-420.
- GAGNÉ, R. M. (1987) *Instructional Technology: Foundations*. Londres: Laurence Erlbaum Associates.
- GALBRAITH, J.K. (1996) *Una sociedad mejor*. Barcelona: Crítica.
- GARCÍA GARCÍA, E. (1988) Condición social y feminización del profesorado de Educación Básica. *Revista de Educación (Madrid)*, 285, 249- 266.
- \_\_(1996). Estrés, profesión docente y personalidad del docente. *Ansiedad y Estrés (Madrid)*, 2(2-3). 245-260.
- \_\_(2009) *Identidad profesional y responsabilidad moral del profesor*. En M. MACEIRAS, M y MEJÍA, R. (2009). Investigación e innovación. Salamanca: San Esteban. 25-68.
- GARCÍA HOZ, V. (1980) *La educación en la España del siglo XX*. Madrid: Rialp.
- GIROUX, H. (1987), La formación del profesorado y la ideología del control social. *Revista de Educación (Madrid)*, 284, 53-76.
- GUTIÉRREZ GARCÍA, J. L., (2001) *Introducción a la doctrina social de la Iglesia*. Bcelona: Ariel.
- GUTIÉRREZ, G. (2002) *Globalización y derechos humanos*. En J. J. Tamayo – Acosta, 10 palabras clave sobre globalización (288) Estella: Verbo Divino.
- HARGREAVES, D. H. & FULLAN, M. (1992). *Understanding teacher development*. Londres: Casell.
- HARGREAVES, D. H. (1996) *Profesorado, cultura y posmodernidad*. Madrid: Morata.
- HERNÁNDEZ, R. (1.997) *La profesionalidad Docente en Venezuela: Teoría, Elementos y Ejes que la conforman*. Tesis doctoral. Tarragona: ULA-URV
- JUIF, P. y LEGRAND, L. (1980). *Grandes orientaciones de la pedagogía contemporánea*. Madrid: Nancea.
- KANT, I. (1911). *Sobre educación*. Madrid: Daniel Jorro.

- LABRADOR, C. (2006). *Educación, globalización y desarrollo humano*. En M. MACEIRAS y MEJÍA, R. *Educación, globalización y desarrollo humano* (85-108). Santo Domingo: Búo.
- LAMO DE ESPINOSA, E. (1994) *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Madrid: Siglo XXI – C.I.S.
- LEVY-LEBOYER, C. (2000) *Gestión de competencias*. Barcelona: Gestión.
- LEBON, G.(1895) *Psicología de las masas*. Madrid: Morata, ed. 1983.
- LOCKE, J. (1693) *Algunos pensamientos sobre la educación*. Madrid: Akal, ed. 1986.
- MACEIRAS, M. (2006) *Política educativa, tecnociencia y desarrollo*. En M. MACEIRAS y MEJÍA, R. y otros, *Educación, globalización y desarrollo humano* (14-50). Santo Domingo: Búo.
- MARCHESI, A. & MARTIN, E. (2000). *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Madrid: Alianza.
- MARÍN IBÁÑEZ, R. (1972). *Principios de la educación contemporánea*. Madrid: Rialp.
- MÉNDEZ, L. (2002) Globalización y desigualdad. RS. *Cuadernos de Realidades Sociales*(Madrid), 59 / 60, 91-153.
- (2009) *La sociedad del conocimiento*. En M. MACEIRAS y MEJÍA, R., *Investigación e innovación* (152-157), Salamanca: San Esteban.
- MORTIMORE, J. (1991). *The use of performance indicators*. París: OCDE.
- MOUNIER, E. (1936). *Manifeste au service du personnalisme*. París : Seuil.
- MÚJICA, F. (2003) *Sociedad del conocimiento y sociedad del trabajo: rasgos estructurales de la sociedad activa*. En M. HERRERO, *Sociedad del trabajo y sociedad del conocimiento en la era de la globalización* (77-78). Madrid: Pearson-Prentice Hall.
- OCDE (1995) *Education at a glance: OCDE indicators*.París.
- ORTEGA ESTEBAN, J. (2005) La educación a lo largo de la vida. *Revista de Educación* (Madrid), 338, 167-175
- PÉREZ JUSTE, R. (2005) Calidad de la educación, calidad en la educación. *Educación XXI* (Madrid), 8, 11-33.
- PÉREZ LUÑO, A. E.,(1991), Las generaciones de derechos fundamentales. *Revista del Centro de Estudios Constitucionales* (Madrid), 10, 203 – 219.
- PESTALOZZI, J. (1801) *Cómo Gertrudis enseña a sus hijos*. Méjico: Porrúa.
- PIEPER, J. (1984), *El fin del tiempo*. Barcelona: Herder.
- PLANCHARD, E. (1969). *La pedagogie scolaire contemporaine*. Coimbra : Coimbra.

- PRESSEY, S.L. (1964). *Theories of learning and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- PURKEY, S. y SMITH, M. (1983) Effective Schools: a review. *The Elementary School Journal*(Chicago), 83, nº 4, 426-452.
- PUYOL ANTOLÍN, R. (1997) *La universidad del siglo XXI*, Conferencia pronunciada el 2 de febrero, Madrid: Club Siglo XXI.
- REICH, R. (1991). *The work of nations. A blueprint for the future*. Londres: Simon & Schuster.
- RIERA I ROMANÍ, J. (2008) La pedagogía profesional del siglo XXI. *Educación XXI (Madrid)*. 11, 133-154.
- RIVERO RODRIGO, S., (2002), *La gestión del conocimiento*. Vizcaya: SOCINTEC.
- RUIZ CARRASCOSA, J. (1992). *Integración de la informática en currículum de EGB. Instrumentos de evaluación*. Tesis doctoral. Madrid: UNED.
- SAMMONS, P.;HILLMAN, J. y MORTIMORE, P. (1998). *Características clave de las escuelas efectivas*. Mexico: Secretaría de Educación Pública de MÉXICO.
- SÁNCHEZ DELGADO, P. (2004). *El proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: ICE de la UCM.
- SANJUANBENITO, A.(2005) 100 motivos para entrar en la sociedad de la información, *en el suplemento NT, del periódico ABC ( Madrid)*, de 18 de septiembre de 2005.
- SCHON, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid: Paidós-MEC.
- SCHULTZ, THEODORE W., (1985) *Invirtiendo en la gente*. Barcelona: Ariel.
- SEN, AMARTYA(2009) *El mercado no puede basarse sólo en el beneficio, necesita también valores*, (Texto de Isabel Bernal), en *Tribuna Complutense*, nº 81, 10 de febrero de 2009, UCM Madrid.
- SIGALÉS, C. y MOMINÓ, J.M. (2009). *La integración de Internet en la educación escolar española: situación actual y perspectivas de futuro*. Barcelona: Planeta.
- SIMON, J. (1929) *Pedagogía experimental*. Madrid: Hernando.
- SLOTEDIJK, P. (2000), *En el mismo barco*. Madrid: Siruela.
- THORNDIKE, E.L. (1912) *Education: a first book*. Madrid: Mc Millan
- TORRES, C. A. y MORROW, R. A. (2005) *Estado, globalización y política educacional*. En MORROW, R.A. y otros. *Globalización y educación*. (31-58) Madrid: Popular.
- TORRES CASTRO, C. (2007) *Seminario pensamiento pedagógico latinoamericano: la contribución de Paulo Freire*. Bogotá: Universidad distrital Francisco José Caldas. Bogotá.

TRIBÓ TRAVERÍA, G. (2008) El nuevo perfil de los profesores de secundaria. *Educación XXI (Madrid)*, 11, 183-209.

TRILLA BERNET, J. y SAMARRONA, J. (1992). *La educación no formal*. España: Pedagogía Social.

TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE (2003). Informe final. Fase I. Deusto, Groningen: Universidades.

UNESCO/OCDE, (2003). *Financing education: investments and reuters*. París.

UNESCO (2002). *Informe final del foro mundial sobre la educación*. París.

WOLFENSOHN, J. D. (1999) Prefacio, en Banco Mundial, *Informe sobre el desarrollo mundial: el conocimiento al servicio del desarrollo*. Madrid: Mundi – Prensa.

## WEBGRAFÍA

ALBA, C. y ANTÓN, P.(2008) Aprendizaje permanente del profesorado y TIC. Una experiencia de cooperación al desarrollo en Nicaragua, Paraguay y la República Dominicana. *Revista latinoamericana de tecnología educativa*, 7 (1), 97-106. [http:// campus-virtual.unex.es/cala/editio](http://campus-virtual.unex.es/cala/editio)

ANTÓN, P. (2010) Programas y apoyos técnicos para favorecer la accesibilidad en la universidad. *Apertura*, 10, marzo 2010. Universidad de Guadalajara (Méjico).

CONVENCIÓN DE DERECHOS DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD(ONU, 2007) <http://www.un.org/spanish/disabilities/convention>

ARISTÓTELES [http://www.webdianoia.com/aristoteles/aristoteles\\_meta.htm](http://www.webdianoia.com/aristoteles/aristoteles_meta.htm) (Consulta: 3/12/2009)

CONSEJO EUROPEO DE LISBOA(2000) [http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_es.htm](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_es.htm) (Consulta: 3/12/2009)

DECLARACIÓN DE MADRID (2002), No discriminación más acción positiva es igual a inclusión social. <http://usuarios.discapnet.es/disweb2000/lex/DeclaracionMadrid.pdf>

DECLARACIÓN UNIVERSAL DE LOS DERECHOS HUMANOS <http://www.un.org/es/documents/udhr/> (Consulta: 3/12/2010)

eEurope: Una Sociedad de la Información para todos (1999-2000). [http://www.support-eam.org/waec/docs/mod01/COM%281999%29\\_687\\_eEurope\\_initiative\\_es.pdf](http://www.support-eam.org/waec/docs/mod01/COM%281999%29_687_eEurope_initiative_es.pdf)

IDESCAT <http://www.idescat.cat/economia/inec?tc=3&id=8308&lang=es> (Consulta: 8/12/2009)

INE (2010) <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do> (Consulta: 8/12/2009)

LOCE(2002) <http://www.e-torredebabel.com/Filosofia/Ensenanza/Legislacion/LeydeCalidad/LeydeCalidad-Principal.htm>

- LOGSE (1990) <http://fete.ugt.org/Estatal/paginas/nuevaweb/legislacion/LEGlogse.pdf>
- LOPEGC(1995)<http://www3.uji.es/~jpuiig/AA83/06%2520LOPEGC.doc> +LOPEGC+1995
- MARQUÉS, P.(2001) <http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm> (Consulta: 3/12/2009);
- \_\_(2001) <http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm> (Consulta: 3/12/2009)
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN<http://www.ince.mec.es/pub/pisa.htm> (Consulta:8/12/2009)
- PROYECTO TUNING (2003, 2010) <http://www.tuning.unideusto.org/tuningeu/>
- UNESCO(2007)[http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL\\_ID=52781&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL_ID=52781&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

## **Capítulo 2.- ANÁLISIS Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA DIDÁCTICA.**

### **C O N T E N I D O:**

---

#### **2.1.- Evolución histórica**

#### **2.2.- Aproximación conceptual a la didáctica**

- 2.2.1.- Carácter científico de la didáctica
- 2.2.2.- Carácter tecnológico de la didáctica
- 2.2.3.- Contenido y finalidad de la didáctica
- 2.2.4.- Tipología de la didáctica
- 2.2.5.- Características de la didáctica

#### **2.3.- Perspectivas de la didáctica**

- 2.3.1.- La perspectiva científico-tecnológica
- 2.3.2.- La perspectiva cultural-intercultural
- 2.3.3.- El enfoque sociopolítico o crítico
- 2.3.4.- La perspectiva profesional-indagadora

#### **2.4.- Teorías de la enseñanza**

- 2.4.1.- La teoría cognitivista
- 2.4.2.- La teoría artística

2.4.3.- La teoría comprensiva

2.4.4.- La teoría sociocomunicativa

## **2.5.- El acto didáctico**

2.5.1.- Elementos del acto didáctico

2.5.2.- Características de la acción comunicativa

2.5.3.- Funciones del lenguaje

2.5.4.- Otras dimensiones del acto didáctico

## **2.6.- El currículum: concepto, tipos y elementos.**

2.6.1.- Autores y definiciones del currículum

2.6.2.- Tipologías de los currículos

2.6.3.- Dimensiones del curriculum

## **2.7.- Pluralidad metodológica de la didáctica**

2.7.1.- Pluralidad metodológica y su evolución

2.7.2.- Tipologías de la metodología según criterio de contenidos,  
alumnos y profesor

2.7.3.- Tipología de métodos según criterios de origen,  
función y evolución

2.7.4.- Otras formas metodológicas globales

2.7.5.- Síntesis de los métodos de la didáctica

## **2.8.- Estrategias didácticas: fases y tipos.**

2.8.1.- Tipos significativos: estrategias docentes

2.8.2.- Estrategias referidas al alumno

2.8.3.- Estrategias referidas al contenido

2.8.4.- Estrategias referidas al contexto

## **2.9.- A modo de conclusión.**

## **Bibliografía**

## **Capítulo 2.- ANÁLISIS Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA DIDÁCTICA.**

En la educación se pueden distinguir múltiples formulaciones y denominaciones que responden a modos educativos y dimensiones diferentes de la educación, la educación permanente, la educación en la familia, la educación formal, la educación no reglada, la educación social y otras que responden a aspectos particulares del magno proceso educativo. No obstante estas plurales formas del lenguaje sin embargo cuando el asunto de que se trata se refiere al perfeccionamiento o mejora del ser humano se ha de aceptar que dicho cambio o transformación es fruto de un proceso de aprendizaje por parte del educando y de una metodología de enseñanza por parte del educador. El proceso, por excelencia de la educación, es el proceso de enseñanza-aprendizaje. La parte de la enseñanza es en la que se ha centrado mayormente en los últimos cien años la didáctica. Dejando para otros saberes el aprendizaje.

Hasta no hace mucho tiempo era creencia generalizada que, para ser buen profesor, bastaba conocer bien la disciplina. Hoy día también se considera necesaria una conveniente formación didáctica. No es únicamente valioso el contenido de la materia. Es preciso considerar también al alumno y su medio físico, afectivo, cultural, social y familiar. Es obvio que, para enseñar bien, es obligado tener en cuenta las técnicas de enseñanza adecuadas al nivel evolutivo, intereses, posibilidades y peculiaridades del alumno. En la actualidad este asunto, como en general los de la educación, es considerado con la mayor atención. Baste como dato significativo que si uno busca la palabra didáctica en la red se encuentra con más de quince millones de resultados en lengua española, lo mismo se puede decir de enseñar.

Con estas breves notas queda razonablemente expuesta la gran importancia del asunto, sin embargo si no fuera así también se puede decir que todos los seres humanos pasan por una etapa en la que son enseñados por otros, es decir, son socializados y formados para vivir en la sociedad y servirla, son ayudados para que aprendan los contenidos más necesarios acerca de la realidad e incluso se les ayuda a desarrollar su persona-



lidad en sus dimensiones física, intelectual y afectiva. Como esta senda se ha recorrido desde siempre a lo largo de la historia, son muchas y variadas las experiencias didácticas. Ya desde la antigüedad Sócrates estableció un sistema de enseñanza por medio del discurso que llega hasta hoy día en que se ha hecho más sofisticado. El procedimiento para la enseñanza, la disciplina de la didáctica, será objeto de mi atención en el presente capítulo, voy a intentar mostrar su gran importancia, ya no sólo desde el punto de vista de su incidencia sino también debido a la investigación que se ha realizado en torno a esta disciplina. Es obvio que una materia tan necesaria y con tan dilatada historia no es susceptible de análisis exhaustivo ni yo lo pretendo. En este caso únicamente me limitaré a hacer unas breves reflexiones sobre aspectos puntuales que me parecen de interés para el estudio del objetivo general de la tesis.

## **2.1.- Evolución histórica**

El término “didáctica” surge ya en la Edad Media, por ejemplo en Hugo de San Víctor (1096-1141) como “Eruditio didascalica” y “Didascalicon”. Hay que esperar a la primera mitad del siglo XVI para hallar un primer tratado sistemático de didáctica, el *De disciplinis*, de Luis Vives, si bien no empleó el término Didáctica. En él hay una primera parte fundamental sobre el estado de la cultura, una segunda dedicada al arte de enseñar y una última que, bajo el título de “Vida y costumbres del humanista”, es un verdadero estudio acerca del maestro y sus procedimientos para enseñar.

Wolfgang Ratke(1561-1635) difunde este término al introducir un nuevo sistema educativo para Alemania al que denominó ‘didacticus’. La duquesa Dorotea de Weimar ofreció un premio al profesor que mejor expusiera las doctrinas pedagógicas de Ratke. Varios de los opositores de las universidades de Giessen y Jena dieron a luz sus escritos con el título de ‘Relación’ o ‘Recensión’ de la didáctica o arte de enseñar de Ratke. Aparece posteriormente la *Didáctica Magna* de Comenio, el padre de la didáctica, rompe las vaguedades en la concepción de la nueva ciencia, afirmando en el prólogo: “Nosotros nos atrevemos a prometer una Didáctica magna, esto es, un artificio universal para enseñar todo a todos. Enseñar rápidamente sin molestia ni tedio alguno para el que enseña ni el que aprende, antes al contrario, con el mayor atractivo y agrado para ambos. Y enseñar con solidez, no superficialmente ni con meras palabras, sino encauzando al discípulo a las verdaderas letras, a las suaves costumbres, a la piedad profunda. Final-

mente, nosotros demostramos todo esto a priori, es decir, haciendo brotar como de un manantial de agua viva raudales constantes de la propia e inmutable naturaleza de las cosas, los cuales; reunidos en un solo caudal, formen el universal artificio para organizar las escuelas generales”(Comenio, 1632:13).

Además de su atrevido comienzo, en el libro se dedican quince capítulos a tratar de la formación del hombre y a reflexionar sobre la escuela, volviendo a dedicar otros cinco capítulos al final de la obra para profundizar en el análisis de esta institución. En realidad, este libro es un tratado de educación no sólo de enseñanza. La extralimitación está justificada ya que no estaba constituida aún la pedagogía en cuanto ciencia, de esta forma sistematizó las ideas referentes a la enseñanza provocando la aparición de la didáctica. La postura omnipedagógica de Comenio persiste hasta que aparece la sistematización de Herbart.

La principal obra de Pestalozzi (1801) “*Cómo enseña Gertrudis a sus hijos*” revela en su título un sabor didáctico. En la carta quinta dice que ha presentado los postulados para “tejer los hilos de un método general y psicológico de educación”. Se puede entrever en su obra un sentido empírico en el cual está sumergido el educando. Para Pestalozzi el hombre tiene en sí mismo una naturaleza sensible que favorece la consiguiente orientación psicológica en la educación y la enseñanza que ya no abandonará.

En España el término se introduce a finales del siglo XVIII en el Diccionario de Esteban Terreros, publicado entre 1788 y 1792, y, posteriormente, refrendado por la Academia de la Lengua en 1869.

Herbart (1806) dio un valor fundamental a la psicología respecto a la pedagogía y dio un paso decisivo para diferenciar la didáctica de la pedagogía, al integrar la instrucción y la enseñanza dentro de su doctrina general de educación. Herbart “consigue llevar el caos de los problemas pedagógicos a una estructura sobria y amplia y precisa de doctrinas rigurosamente científicas. Nadie antes que Herbart toma sobre sí completamente en serio la faena de construir una ciencia de la educación”. Tal vez el halago es exagerado, sin embargo sí es verdad que realiza un gran esfuerzo por ordenar todas las ideas surgidas en los siglos anteriores. De la escuela de Herbart surgen grandes autores de la didáctica como son Ziller y Rein. Además de la sociedad de pedagogía fundada por Ziller, otro autor importante es Willmann. Este último trata ya de la investigación experimental moderna en la didáctica a finales del siglo XIX. A partir de este momento

es habitual incluir la didáctica fundada en métodos experimentales en los tratados de pedagogía experimental.

A principios del siglo XX son frecuentes los estudios de didáctica basados en el método experimental, de esta forma se puede estudiar la incidencia de las diferentes metodologías de la didáctica, cuáles son los mejores sistemas para que el educador transmita los conocimientos y el educando los adquiera con mayor eficacia. Estos estudios son los que han abierto el campo de la educación a las TIC y a otras nuevas formas de explicar los conceptos. Es el momento de los planteamientos sociológicos de Dewey (1927) y el papel importante de la psicología a la hora del desarrollo de métodos didácticos (Claparède, 1931).

Existe otro movimiento durante el siglo XX, que algunos llaman Escuela Nueva, que aplican muchos principios enunciados con anterioridad, basados sobre los métodos experimentales. Se suelen incluir en él el Plan Dalton, el Sistema Winnetka, Cousinet, Kilpatrick, Decroly y Montessori. En todos ellos se percibe una seria convicción cuyo contenido consiste en la necesidad de mejorar el proceso de formación, en especial en el desarrollo metodológico.

## **2.2.- Aproximación conceptual a la didáctica**

De la evolución histórica se deducen una serie de concepciones que se han atribuido a la didáctica en los últimos cuatro siglos. La primera vía de aproximación conceptual es su raíz etimología. La palabra didáctica procede del término griego didasco (διδασχο) que significa enseñar, instruir, exponer claramente, demostrar. Didasco procede a su vez de didásk que hace referencia a la acción repetida (di) de sostener alguna cosa poniéndola a la vista de alguien (da) con la intención de que se apropie de lo que se muestra (sk). Según otros autores, la palabra “didáctica viene del griego didaktiké, que quiere decir arte de enseñar.

En la actualidad, el Diccionario de la Lengua Española recoge el término Didáctica como “arte de enseñar” y didácticamente como “de manera propia para enseñar”, y en la Enciclopedia Larousse se comenta las acepciones como adjetivo y sustantivo. Como adjetivo toma como ejemplo a Platón, quien empleaba el calificativo de didáctica para referirse a un tipo de literatura digna de ser cultivada porque de ella se deriva alguna enseñanza. En su forma sustantiva, didáctica general significa “la ciencia que trata de

la enseñanza escolar en general, bajo cualquier aspecto de normas y principios, y estudia fenómenos y leyes”. En consecuencia, desde el punto de vista etimológico se observa una gran continuidad en la definición.

La segunda vía de acercamiento es a través de las definiciones que de ella han presentado los importantes autores que trataron el asunto. La presentación en orden cronológico, que se ofrece en el cuadro siguiente, permite la percepción de los cambios que ha ido adoptando el concepto.

**Cuadro 1: Definiciones de didáctica.**

<b>Autores</b>	<b>Definiciones</b>
Comenio, J.A. (s. XVII)	Artificio universal para enseñar todo a todos los hombres.
Willmann, O. (1909)	El conocimiento de la adquisición de formación.
Aebli, H. (1958)	Es una ciencia auxiliar de la pedagogía (...) y tiene por finalidad deducir del conocimiento psicológico de los procesos de formación intelectual las técnicas metodológicas más aptas para producirlas.
Stoker, C. (1964)	La teoría de la instrucción y la enseñanza escolar de toda índole y a todos los niveles.
Koop, F. (1967)	La teoría del aprender y del enseñar. La ciencia, pues, de la instrucción.
Fernández Huerta, J. (1979)	Ciencia que estudia el trabajo docente y discente congruente con los métodos de enseñanza y aprendizaje y que tiene como finalidad la instrucción.
Titone, R. (1981)	Ciencia que debe comprender y guiar al aprendizaje integrador de la cultura y que al tiempo posibilita al hombre para incorporarse creativamente a la cultura. Disciplina científica a la que corresponde guiar la enseñanza.
Pérez Gómez, A. (1982)	La ciencia y tecnología del sistema de comunicación intencional, donde se desarrollan los procesos de enseñanza-

	aprendizaje en orden a optimizar principalmente la formación intelectual.
Fernández, A. (1984)	La ciencia de la educación de carácter teórico-normativo que busca la adquisición de hábitos intelectuales mediante la integración del aprendizaje de los bienes culturales.
Rosales, C. (1988)	Ciencia del proceso de enseñanza sistemática, en cuanto optimizadora del aprendizaje.
Contreras, J. (1990)	La disciplina que explica los procesos de enseñanza-aprendizaje para proponer su realización, consecuente con las finalidades educativas.
Zabalza, M.A.(1990)	Campo de conocimientos, de investigaciones, de propuestas teóricas y prácticas que se centran sobre todo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
Medina Rivilla, A. (1995)	Disciplina pedagógica que analiza, comprende y mejora los procesos de enseñanza-aprendizaje, las acciones formativas del profesorado y el conjunto de interacciones que se generan en la tarea educativa.
Martín Molero, F. (1999)	Ciencia aplicada al proceso de enseñanza-aprendizaje con vistas al crecimiento intelectual y humano del sujeto mediante la optimización de dicho proceso.
Sevillano, M.L.(2004)	Ciencia teórico-normativa que guía de forma intencional el proceso optimizador de la enseñanza-aprendizaje, en un contexto determinado e interactivo, posibilitando la aprehensión de la cultura con el fin de conseguir el desarrollo integral del estudiante.

Fuente: Elaboración propia a partir de Navarro Hinojosa (2007)

Dadas las diferentes definiciones, en los apartados siguientes voy a exponer los rasgos comunes a la mayoría, en primera instancia se puede ver que la mayoría de los autores la designan como una ciencia –“ciencia auxiliar”, “ciencia aplicada”, “ciencia

teórico-normativa” o simplemente “ciencia”-, posteriormente al señalar cuál es el contenido de esta ciencia, lo comúnmente aceptado por los autores consiste en que se refiere a un proceso de enseñanza o de enseñanza-aprendizaje, en cuanto a la finalidad de esta ciencia existen varias opciones como crecimiento intelectual, aprehensión de la cultura para el desarrollo integral, la instrucción. De este análisis se infiere que la didáctica es una ciencia teórico-práctica y normativa que estudia los procesos de enseñanza y aprendizaje para optimizar el crecimiento intelectual e integral de cada individuo. Por consiguiente tres son los asuntos a tratar en los apartados que siguen: el carácter científico de la didáctica, el contenido atribuido con más frecuencia a este saber y su finalidad.

**2.2.1.- Carácter científico de la didáctica.** Según el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua la ciencia es el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas, también acepta como segunda definición, cuerpo de doctrina metódicamente formado y ordenado, que constituye un ramo particular del saber humano. Desde esta concepción clásica de la ciencia se acentúan el ‘conocimiento cierto’ de los procesos de enseñanza y aprendizaje, tal como se deduce por el testimonio de la historia que se han estudiado desde el comienzo, como ha quedado mencionado con anterioridad, mediante las diferentes formas expuestas de enseñar y, desde hace ya varios siglos, se hizo hincapié en estudiar con rigor las formas de enseñanza y, aún en la actualidad se realizan numerosos estudios acerca del aprendizaje, por tanto la didáctica cumple el primer requisito para ser ciencia.

También es de destacar que el método que se emplea desde hace más de cien años es el método experimental, en la actualidad todos los estudios de didáctica suelen tener una parte experimental para demostrar el efecto producido por el uso de las diferentes metodologías de enseñanza. Por tanto, se estudia tanto la forma de enseñar como el efecto producido de aprehensión cuantitativa en el educando. Por otra parte, la didáctica se fija en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que constituyen un objeto de la ciencia ya que son algo observable, que puede ser evaluado así como sus procesos de aprendizaje mediante los procedimientos rigurosos de la metodología científica, como obviamente es el método experimental. Es obvio asimismo que, teniendo en cuenta que el objeto de la didáctica se ubica en el ámbito de la actividad humana y social, no nos movemos en ámbitos regidos por leyes universales y fijas como corresponde al mundo de los objetos naturales del mundo físico, sino que son más bien los usos y costumbres, las leyes sociales y morales, los valores y la tradición, etc., los factores que rigen los

comportamiento humanos que, a su vez pueden presentar tipos diferentes.

Max Weber en su magna obra, *Economía y Sociedad* parte de cuatro tipos de acción social: acción racional con arreglo a fines; acción racional con arreglo a valores; acción afectiva, especialmente emotiva y la acción tradicional. La ‘acción racional respecto de un fin’ viene “*determinada por expectativas en el comportamiento tanto de objetos del mundo exterior como de otros hombres*”(Weber, 1977: 20), es decir, el sujeto agente de este tipo de acción conoce (o cree conocerlo) el fin y combina los correspondientes medios en orden a obtener el fin perseguido. Es la acción que asume una mayor dosis de racionalidad. La ‘acción racional con arreglo a valores viene *determinada por la creencia consciente en el valor* - ético, estético, religioso o de cualquier otra forma como se le interprete - *propio y absoluto de una determinada conducta*, con independencia del resultado que pueda obtenerse, “*sólo para permanecer fiel a la idea que se forja del valor*”(Aron, 1970: 238); p. e. el capitán no abandona el barco cuando se está hundiendo porque considera que tal conducta sería deshonrosa. La ‘acción afectiva’, especialmente emotiva, está *determinada por afectos y estados sentimentales actuales*. Para Raymon Aron éste tipo de acción “*está dictado inmediatamente por el estado de conciencia o por el humor del sujeto*”. Es un tipo de acción que no se define por referencia a un fin determinado a un concreto valor, sino “*por la reacción emocional del actor colocado en circunstancias dadas*”(Íbidem); p. e. el cachete que la madre da al niño porque éste está de una impertinencia inaguantable. Por último está la ‘acción tradicional’ determinada por una costumbre arraigada, por hábitos o creencias que han llegado ya a formar como una segunda naturaleza desde la cual actuamos con normalidad. Dirá R. Aron que en la acción tradicional el actor “*obedece simplemente los reflejos afirmados por una prolongada práctica*”(Íbidem). Por consiguiente la conducta humana es susceptible de estudio científico si bien la certeza de las conclusiones a que se llegue será diferente y desde luego tendrá una menor consistencia que las conclusiones que obtenga siguiendo semejantes procedimientos el estudioso del mundo natural donde imperan, como ya he comentado anteriormente, las leyes universales y suficientemente fijas.

Desde una perspectiva histórica en el ámbito de los saberes educativos la didáctica es la primera que se ocupa de la temática educativa de acuerdo a las exigencias metodológicas de un saber riguroso. Este rasgo ha tenido especial importancia desde hace unos pocos años en los que se ha empezado a estudiar con gran interés el proceso del

aprendizaje humano, con la inestimable ayuda de la psicología. La didáctica está en una situación singular dentro de las ciencias de la educación ya que es la primera que se constituye con un cuerpo de doctrina independiente de la especulación filosófica en la que se enmarcaban las reflexiones sobre la educación. Tiene un punto de vista diferente de la filosofía de la educación, de la pedagogía general y de la psicología de la educación. Sin embargo no parece razonable la acentuación de tales diferencias, ya que son únicamente relativas puesto que todos estos saberes tienen un objetivo común: el estudio de métodos y contenidos para la mejora de la educación del ser humano.

Esta singularidad se acentúa si se tiene presente que su objeto, la enseñanza, es un contenido parcial dentro del proceso educativo, de ahí resulta la idea de la didáctica como un saber particular dentro de la educación y la pedagogía como ciencia total. Estos saberes se pueden entremezclar y confundir en el lenguaje coloquial y también en el mismo desarrollo de estos saberes en el tiempo pasado ya que el campo disciplinar de lo pedagógico siempre ha sido un poco difuso, la pedagogía tiene su inicio como campo de saber autónomo en Herbart (1776-1841) y Schleiermacher (1768-1836). A partir de estos autores, se va a aceptar con mayor frecuencia que la educación es controlada por la pedagogía, que se centra en el conocimiento y desarrollo de la educación. La didáctica también tiene en lo educativo su perspectiva propia pero parcial. De este modo la didáctica no sólo entra en contacto con la pedagogía sino que también lo hace con otras ciencias de la educación y por consiguiente la actuación didáctica ha de seguir pautas de interdisciplinariedad. En el informe Delors se afirmaba que el educando debe aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir. De aquí parece inferirse que la didáctica tendrá relación con la psicología para saber cómo aprende el educando los conocimientos y los procedimientos; con la filosofía para captar como se comprenden los valores que conforman la dimensión humana y con la sociología para conocer el escenario social en el que se mueven los individuos y percibir los medios de pertenencia y referencia del educando.

Se podría formular la cuestión desde otra perspectiva: ¿qué papel atribuyen a la didáctica las otras ramas de la educación?. Las respuestas son variadas y, en mi parecer, bastante significativas: en todos los saberes educativos a la didáctica se le atribuye un papel relevante, como el brazo instrumental de la pedagogía. 1ª) La pedagogía es comprendida como la ciencia de la organización sistemática de los conceptos, normas y principios referidos a toda la educación, mientras que la didáctica es encargada de la



puesta en práctica y de la organización técnica de dichos contenidos. Los partidarios de esta teoría son los que conciben la pedagogía como la única ciencia educativa, por tanto la didáctica forma parte de ésta. 2ª) Otros reservan a la pedagogía la educación integral de los sujetos y a la didáctica su instrucción, su formación intelectual y cultural. Estos autores son los que entienden el campo educativo como espacio ocupado por diferentes disciplinas independientes entre sí. 3ª) Si se concibiera la educación como un continuo bipolar que reflejase una dimensión teórico - práctica, la pedagogía ocuparía el espacio de la teoría y la didáctica se ubicaría en el plano de la práctica.

En relación a los planteamientos primero y tercero, se puede decir que la didáctica no se puede restringir exclusivamente a ser práctica sin teoría, se puede aproximar a los procesos de actuación pero que no caiga en un desvalimiento teórico. Una objeción que se puede plantear a la segunda opinión es que el espacio educativo no es segmentable ya que al enseñar uno debe tener en cuenta las dificultades de aprendizaje, el entorno social, los avances en psicología. La educación apunta al desarrollo integral del ser humano, por tanto no es posible estudiar las diferentes ciencias educativas con una total autonomía. Como conclusión provisional se puede decir que la didáctica es una ciencia teórica y práctica, en síntesis trata de qué, cómo y cuándo enseñar para que el alumno se forme educativamente a través del aprendizaje.

Sin embargo, la posición más tradicional ha sido la falta de correspondencia entre teoría y práctica. Para los investigadores y los enseñantes la práctica es lo particular y urgente, es lo que hacen los maestros cuando se enfrentan a las tareas y a las exigencias que se les plantean en su trabajo cotidiano. La teoría, en diametral contraste con lo anterior, es intemporal y universal, es lo que elaboran los investigadores por medio de un prudente proceso de indagación. En realidad, sucede lo mismo que en otras ciencias, si se incide mucho en los aspectos teóricos, se descuida la aplicación y viceversa, si se emplea esfuerzo en la práctica se descuida el fundamento de por qué razón se realizan dichos experimentos. En mi parecer, se ha de seguir la ruta que propone Navarro Hinojosa (2007) cuando insiste en que la teoría ha de afanarse en la búsqueda de las soluciones a los problemas que surgen en la práctica docente buscando distintas alternativas en la variedad de los paradigmas que existen.

**2.2.2.- Carácter tecnológico de la didáctica.** La didáctica también es una ciencia tecnológica porque es una ciencia práctica, tiene su aplicación en el ámbito educativo, incluso ahora mismo también los avances tecnológicos propiamente dichos tienen su

espacio en la didáctica. La tecnología se caracteriza por “las siguientes notas:

1. Es racional: las decisiones de actuación han de tener justificación científica.
2. Es sistemática: los elementos que intervienen en el proceso son considerados en sí mismo y en relación con los demás en la búsqueda de una misma finalidad.
3. Planifica: se evita la improvisación.
4. Tiene claridad de metas: si se planifica es porque existen objetivos claros a priori.
5. Control o evaluación: se revisa si los objetivos se consiguen de acuerdo a la planificación.
6. Eficacia: su forma de actuar tiene mayores posibilidades de resolver los problemas que otras alternativas.
7. Optimización: rentabilizar al máximo los recursos y los elementos que intervienen en el proceso didáctico”(Sarramona, 1990: 14).

Estas notas características de la tecnología también se encuentran en la didáctica como incluso hemos visto al estudiar las diferentes definiciones de este concepto.

También existen defensores de la dimensión artística de la didáctica, Eisner (1979) sintetiza “su defensa en cuatro puntos:

1º) La enseñanza es un arte porque puede ser realizada con tanta finura que, tanto para los alumnos como para el profesor, la experiencia puede ser caracterizada como estética. Las actividades y los procesos que se desarrollan en clase pueden constituir auténticas expresiones artísticas que proporcionen un tipo de satisfacción intrínseca que cabe encontrar, por ejemplo, en el desempeño de las artes formales.

2º) Es un arte porque los profesores, los pintores, los actores o los bailarines realizan juicios basados en gran parte en las cualidades que se revelan en el curso de la acción.

3º) Se puede entender como arte en el sentido de que la actividad de los profesores no está dominada por prescripciones o rutinas, sino que está influida por las cualidades y contingencias que son imprevisibles. La planificación existe y juega un papel im-

portante, sin embargo también la innovación es aneja a la acción.

4º) Por último, podría afirmarse su carácter estético en el sentido de que los fines que se pretenden conseguir son generados de ordinario durante el mismo proceso. Esta idea personaliza la concepción eficientista, centrada en los objetivos preestablecidos o prediseñados, exteriores a los propios participantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que escapan a su control” (Eisner, 1979:153).

**2.2.3.- Contenido y finalidad de la didáctica.** Desde el punto de vista del esbozo histórico que se ha hecho sobre la didáctica, la aproximación conceptual y su carácter científico, se infiere con cierta lógica que tanto el contenido de la didáctica como su específica finalidad se polariza prioritariamente en torno a dos tipos de actividades: aprender y enseñar. Esta ciencia debe servir para responder a cuestiones como: para qué formar a los estudiantes y qué mejora profesional necesita el profesorado, quiénes son nuestros estudiantes y cómo aprenden, qué hemos de enseñar y qué implica la actualización del saber y, especialmente, cómo y con qué medios realizar la tarea de la enseñanza, así como la selección y el diseño de los medios formativos que mejor se adecuen al contexto de interculturalidad e interdisciplinariedad, valorando la calidad del proceso y de los resultados formativos. Por tanto, son temas nucleares de esta ciencia los referidos a la enseñanza, con sus teorías, modelos, metodologías y normas para desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje; también el aprendizaje y el análisis de los factores que llevan a él y la comunicación didáctica sin la cual no pueden producirse auténticos procesos de enseñanza-aprendizaje, que llevarán a la formación educativa de los alumnos.

Fernández (1996) afirma que el objeto formal de la didáctica es el proceso comunicativo, bidireccional entre el docente y el discente que tiene lugar en cada acto didáctico. Se trata de analizar la relación entre ambos, los métodos y procedimientos utilizados para conseguir el aprendizaje del alumno, donde entran en juego elementos como la relación docente-discente, el método, la materia o contenido de aprendizaje, el entorno cultural, etc. Zabalza (1990) añade que los problemas de estudio de esta ciencia son: la enseñanza, la planificación y el desarrollo curricular, el análisis profundo de los procesos de aprendizaje, las innovaciones, los medios educativos, el proceso de formación y desarrollo del profesorado y los programas especiales de instrucción.

La formación educativa de los discentes es la finalidad de todo proceso didáctico

y su marco de referencia. Es el problema esencial a resolver, da carácter sistémico a dicho proceso y, en consecuencia, unidad y coherencia. En términos de la lógica, se podría afirmar que el objeto formal o el punto de vista específico de esta ciencia descansa sobre las preguntas ‘a quién se enseña’, ‘quién enseña’, ‘por qué se enseña’, ‘qué se enseña’, ‘cómo se enseña’. Por tanto en todo acto didáctico deben estar presentes estas preguntas y sus respuestas, incluso se puede añadir también la parte de quién aprende, qué aprende, cómo aprende. La referencia al objeto y finalidad de esta ciencia, nos sitúa de continuo en torno al acto didáctico, por tanto, se podría concluir que la didáctica estudia el acto didáctico y su optimización, en el que se incluyen el docente y el discente, los objetivos de la enseñanza y los medios disponibles para hacerla efectiva. En síntesis, en esto consisten los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La didáctica ha de integrar “*cuatro bloques fundamentales que se relacionan entre sí, como son: 1) ‘el contenido docente’ que consiste en todo aquello que el profesor ha de considerar en la programación de su actividad docente, como son las capacidades, las competencias, los objetivos, los contenidos, los métodos y la evaluación. 2) El alumno en el proceso instructivo o el conocimiento adecuado de su personalidad. 3) La ayuda del maestro para el aprendizaje: tendrá gran importancia en este aspecto la formación recibida, la metodología y los recursos que emplea el docente. 4) La escuela como espacio vital: es importante la observación del clima de clase, el intercambio de experiencias y el diálogo*”(Sánchez Huete, 2008:60).

Sin embargo, la llamada explosión de los conocimientos, es decir, el enorme aumento de los conocimientos humanos origina una tarea de selección cuidadosa para determinar los contenidos de los programas. Cabe destacar el desarrollo de la técnica, que pone en mano de los profesores instrumentos auxiliares nuevos de la enseñanza. Estos dos argumentos han contribuido a que la didáctica se centre más en la parte del proceso de la enseñanza: programación, métodos didácticos, medios, etc., mientras la psicología se proyecta más en el estudio de los procesos de aprendizaje, admitiendo una intensa relación entre ambos.

Otros autores, para explicar la misma idea, afirman “*lo que realmente ha de incumbir a la didáctica es la instrucción en cuanto que forma integralmente al alumno. La finalidad, pues, es la enseñanza, que por su propia naturaleza nos lleva a una mejora cualitativa del alumno*”(Íbidem). De aquí, que vaya a centrar esta parte de didáctica en el proceso de enseñanza y la siguiente en el proceso de aprendizaje y su relación con

la psicología y con la didáctica.

**2.2.4.- Tipología de la didáctica .** Para realizar un estudio más específico de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se suele trabajar segmentando las investigaciones. Existe una cierta tradición de dividir la didáctica: didáctica general y didáctica especial.

La didáctica general se centra en la teoría general de la enseñanza educativa, en la que van implícitas las ideas de aprendizaje y de enseñanza. Hay que tener en cuenta que la didáctica tiene una parte práctica y una teórica. La parte práctica de la didáctica general es una parte esencial y consiste en el estudio de los medios de enseñanza, los que se siguen por la referencia particular a una actividad humana, palabra, intuición, acción, de donde enseñanza oral, intuitiva o activa, cuanto los que se especifican por la referencia a un material objetivo que sirve de estímulo en el aprendizaje, como acontece con los medios audiovisuales. Se encuentra vinculada a los estudios especulativos de pedagogía, sin embargo tiene una parte experimental, a la que compete plantear el problema de los medios técnicos de enseñanza.

La didáctica especial tiene un programa claro: el de las diferentes materias de enseñanza. Se encarga del estudio de los métodos de enseñanza propios de cada materia.

Desde esta división que se propone, habría de estudiarse cómo la concreción y adecuación del contenido de la didáctica general, por una parte, y el de las didácticas especiales, por otra, a las características de los sujetos. De esta forma se puede hablar de una didáctica propia de la educación infantil, de la educación primaria o las propias de los sujetos que constituyen el ámbito terapéutico. Este es el objeto de la didáctica diferencial.

**2.2.5.- Características de la didáctica.** Al realizar un análisis de las diferentes definiciones y del objeto de estudio de esta ciencia, el proceso de enseñanza y aprendizaje, se obtienen una serie de características generales como las que siguen: 1ª) La didáctica tiene un sentido intencional: detrás de un acto didáctico se busca la consecución de unos determinados objetivos educativos, definidos en términos de capacidades y, consecuentemente, también adquieren las competencias básicas y específicas. 2ª) La didáctica asume una configuración histórico-social, que significa que el enseñar y aprender ha sido connatural al hombre y, además, mediante el aprendizaje el ser humano entra en relación con los otros seres humanos, sirviendo a su integración en la sociedad. 3ª) El sentido explicativo, normativo y proyectivo de la didáctica apunta a que es un

saber que explica y da normas en lo educativo, un saber práctico que interpreta y aplica y un saber artístico y creativo. 4ª) La didáctica tiene una clara finalidad interventiva: al ser práctica, tiene consecuencias que implican un cambio social o personal. 5ª) La interdisciplinariedad de la didáctica tiene el sentido de que al no poderse segmentar la educación, esta disciplina se halla en una gran relación con la psicología, la sociología, la filosofía. 6ª) La didáctica es impredecible. Su indeterminación es consecuencia de la complejidad del sujeto, del objeto mismo de la didáctica, además de los contextos en los que se desarrolla, todo lo que se relaciona con la dimensión artística e innovadora de la didáctica.

### 2.3.- Perspectivas de la didáctica

La didáctica en su condición de disciplina autónoma construye teorías y modelos propios con los que trabaja, se aproxima a la realidad que le es propia y amplía la comprensión, el análisis y la explicación de su objeto de estudio. El asentamiento de la didáctica como disciplina científica autónoma requiere al menos de tres dimensiones:

1ª) Un *marco epistemológico propio*, en el que se clasifiquen los principales procesos y espacios desde los que la ciencia y el arte de enseñar se han formado, siendo necesario clarificar las perspectivas teórico-aplicadas más representativas y el sentido paradigmático desde el que se han desarrollado los modelos consecuentes.

2ª) Un *núcleo representativo de contenidos*, programas y líneas de investigación que van definiendo el proceso de desarrollo de la disciplina y del campo de saber en su visión teórico-aplicada, también una metodología específica dentro de la común metodología de la investigación científica que apoya el afianzamiento del saber, junto a un ámbito socio-profesional en el que tiene su proyección.

3ª) La aplicación, el diseño del currículo o del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se hace realidad la acción teórico-práctica, genera un *discurso propio*, afianza un metalenguaje clarificador y da respuesta rigurosa y creativa a los procesos de enseñanza-aprendizaje y, a su vez, explica y trata de comprender la complejidad de las opciones de la enseñanza en relación a la diversidad de los grupos de estudiantes y de los ecosistemas de aula, de la comunidad en que se ubica y del entorno al que pertenece.

La construcción del marco y del núcleo disciplinar se percibe con mayor claridad

en las principales perspectivas de la didáctica: perspectiva científico-tecnológica, cultural-intercultural, sociopolítico o crítico y profesional-indagadora.

**2.3.1.- La perspectiva científico-tecnológica** construye el saber didáctico en torno a los problemas y aspectos esenciales de los seres humanos y de su realidad observable, de acuerdo con la concepción de la ciencia, en cuanto conjunto de conocimientos sobre una realidad observable, obtenidos por unos específicos procedimientos que denominamos la metodología científica, capaces de aprehender esa realidad que pretendemos conocer en las leyes que la rigen, en las causas que la producen y en las consecuencias que de tales causas se derivan. En el caso de la didáctica el conocimiento obtenido se orienta a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. La ciencia requiere del descubrimiento de leyes, tendencias y postulados tendenciales que explican y justifican los procesos de enseñanza-aprendizaje, desarrollando la tecnología por medio de la aplicación del conocimiento en su vertiente práctica para lograr su optimización y sistematización.

Los autores implicados en esta visión positivista de la enseñanza, están ligados a la perspectiva conductista, pretenden hallar en el saber científico el fundamento de la toma de decisiones, emplean una metodología hipotético-deductiva y la razón experimental como el modo más riguroso de descubrir las relaciones entre fenómenos y variables y, apoyándose en tales procedimientos, se pretende la aprobación de las hipótesis estableciendo las tendencias más generalizadas. Estos investigadores difícilmente aceptan paradigmas que trasciendan el paradigma conductista, desde el que se elaboran dos modalidades de análisis de las conductas de enseñanza.

1) El *paradigma presagio-producto*: el conjunto de ideas, destrezas, capacidades y competencias generalizadas que se estiman deseables para desempeñar con éxito la tarea de enseñanza. Sobresale el trabajo de Allen y Ryan (1969) en el que se logró identificar un número significativo de atributos que el docente puede tratar de autoanalizar y destacar para mejorar su labor. También existen algunos estudios para descubrir cuáles son los rasgos comunes a los docentes.

2) El *paradigma proceso-producto* cuenta con dos relevantes aportaciones, como son las modalidades de Flanders (1977) o Gage (1977), en el que la atención se fija más en la toma de decisiones que en las características del modelo didáctico o del docente. En el trabajo de Cazden (1986) y Titone (1986) se caracteriza la acción discursiva de los

docentes y se fundamentan las modalidades del análisis de la interacción en sus vertientes sintáctica, semántica y pragmática, que tienen gran influencia en la observación y en el estudio de la relación educativa. Ribeiro (2002) aporta un nuevo modelo transformador del conjunto de decisiones que el docente ha de procurar en el aula.

**2.3.2.- La perspectiva cultural-intercultural** se basa en el reconocimiento del valor de la propia interpretación de la cultura, de su carácter más o menos abierto, de su construcción y de la mejora integradora, partiendo del esfuerzo por superar dilemas, contradicciones y emergencias axiológicas, necesariamente mejorables y nunca cerradas y rígidas.

La interculturalidad busca la tolerancia y el enriquecimiento mutuo entre culturas, orientados desde el encuentro con valores de solidaridad y aceptación de derechos y deberes. La cultura de las instituciones educativas se ha de desarrollar desde los retos de la transformación y mejora de todos los seres humanos. Se ha de avanzar en la relación y valorización de su medio. El proceso de enseñanza-aprendizaje intercultural está orientado al desarrollo integral de la persona, actuando como soporte de las nuevas comunidades en un serio y fecundo diálogo, esforzándose todos en la construcción de la pluralidad lingüística natural en contextos globalizadores, a la vez que se reconocen las señas de identidad y riqueza multicultural de cada microcomunidad en la escuela plural.

Se requiere en los docentes y en las comunidades educativas condiciones de apertura, solidaridad, identidad, sensibilidad, compromiso, tolerancia, paz activa y asunción de derechos y deberes. La realización de los procesos de enseñanza-aprendizaje han de ser integradores, inclusivos, transformadores, interdisciplinarios, globalizadores, de discriminación positiva, de indagación colaborativa y de reciprocidad de deberes y derechos.

Este paradigma se complementa en una visión reflexivo-colaboradora, que reconoce las diferentes opciones sociopolíticas y el desarrollo emergente de valores, conscientes de la incertidumbre ante las que las personas hemos de enfrentarnos para, desde la reflexión en torno a una de las tareas cruciales del profesor, encontrar una nueva y creativa intercultural, consciente de los retos, situada en el contexto actual y evitando las marginaciones.

**2.3.3.- La perspectiva del enfoque sociopolítico o crítico** ha tenido una destacada importancia en el aspecto curricular como ya veremos más adelante. Freire (1978)



centró su estudio en la construcción del saber educativo en contextos de exclusión, que recuerdan perspectiva de la interculturalidad ya mencionada. El autor opta por una opción política, característica de la oposición al poder, coherente con un modelo de docente militante-político. Se enfrenta a la neutralidad política y a los valores conservadores. La enseñanza aparece como una actividad generadora de conflictos, que ha de ser enfocada para transformar las estructuras imperantes, deben encontrar los nuevos valores y devolver a la enseñanza el poder transformador de resistencia y de lucha contra la injusticia. Habermas (1982) distingue la prepotencia de determinados valores e intereses, que prevalecen sobre lo deliberativo-emancipador, que es lo que debe asumirse según una visión científica de la nueva racionalidad crítico-liberadora. La investigación está en la base de esta transformación y emancipación. Este paradigma aglutina a los teóricos de la crítica y de la liberación socioeconómica. Los docentes deben reflejar los auténticos problemas de un mundo en conflicto entre clases y entre civilizaciones y de marcos abiertos al dominio de unos pocos ante una gran mayoría indefensa y poco organizada.

La enseñanza se enfocará a trabajar un currículo ligado a estos problemas, buscando soluciones y apertura a una intervención y a la emergencia del nuevo orden, que atienda a los menos favorecidos. Se ha de generar una educación para todos, en especial para los que más lo necesitan y unas actividades de enseñanza-aprendizaje no excluyentes. La limitación de esta perspectiva es el sesgo sociopolítico de la enseñanza y la ausencia de una adaptación a cada persona, núcleo del desarrollo comunitario.

**2.3.4.- La perspectiva profesional-indagadora,** dada la complejidad de la actividad educativa, demanda una concepción del profesorado basada en tres aspectos: 1º) La profesionalidad, generadora del saber específico y de las competencias más representativas para entender los procesos de enseñanza-aprendizaje y los proyectos culturales que le sirven de contexto a la transformación democrática. 2º) La indagación se imbrica por la actitud de búsqueda continua y apertura ante las necesidades y cambios de una sociedad tecnológica y de intercambio cultural. 3º) La complejidad emergente, que se deriva de las nuevas opciones culturales y de la identidad de los valores esenciales en continua evolución, reclama una visión abierta para llegar a un desarrollo humano sostenible.

La didáctica debe incorporar a esta complejidad emergente la identidad humanista puesto que ha de buscar el desarrollo integral del ser humano. El paradigma de la complejidad-emergente aporta un compromiso en la toma de decisiones que requiere

tener en cuenta los componentes del proceso educativo. La complejidad viene dada por la convergencia en el tiempo y en espacios limitados de los muchos y variados cambios que se producen en la actualidad que a su vez generan la multiculturalidad educativa.

Desde esta perspectiva la didáctica interacciona con los otros saberes, en especial los humanísticos, para obtener una mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en el desarrollo de las escuelas. La formación de los estudiantes no puede estar basada en preguntas del pasado, debemos partir de ellas para afianzar la identidad personal y comunitaria, sino que debe estar abierta a la conciencia universal, a los modos creativos de atender a los valores y formas de relación. Concibe un aprendizaje formando a los estudiantes a partir de los problemas más representativos del mundo actual. Estas perspectivas se van desarrollando y evolucionando tomando, a veces algunos rasgos de otras perspectivas que complementan algún aspecto. Se debe buscar una complementariedad entre las características de las perspectivas que hemos tratado con anterioridad.

## **2.4.- Teorías de la enseñanza**

En el marco de la didáctica se hace el tratamiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje sin embargo en este apartado se toma como objetivo específico hacer un discurso centrado sobre la enseñanza. Esta acción comprende el modo peculiar de orientar el aprendizaje y de crear escenarios formativos entre el docente y el estudiante, que sirvan para adaptar la cultura y el saber académico de los estudiantes en función de los valores educativos. Las teorías que han tenido lugar dentro de la enseñanza han ocasionado diferentes modelos didácticos como expondremos más adelante. Estos modelos sirven al docente a la hora de tomar las decisiones que más se ajustan a los procesos formativos y ofrecen una base de rigor intelectual para mejorar las perspectivas y paradigmas. A continuación se hace una exposición de los rasgos esenciales de las principales teorías que siguen: la cognitivista, la artística, la comprensiva y la sociocomunicativa.

**2.4.1.- La teoría cognitivista** es un conjunto de enunciados coherentes con una visión de la realidad, ante la cual cada persona pone en acción sus capacidades, sentimientos y modos de entender la realidad, reelaborándola con un esfuerzo activo, en el que lo esencial es la potencialidad cognoscitiva de las personas. Destacan como autores más representativos de la teoría cognitivista Ausbel (1976), Bruner (1996) y Pozo (1999) que se han centrado más en la teoría del aprendizaje.

Dentro del marco cognitivista se identifica otra línea de investigación caracterizada por su preocupación por la enseñanza y la tarea pensativo-reflexiva del docente: Clark y Peterson (1990), Shavelson (1973) y Yinger (1986). Este enfoque plantea que la principal base de su comprensión y realización no es la potencialidad de los estímulos externos a la acción de enseñanza, sino la incidencia y la personalidad pensante del docente como protagonista de la acción de enseñar. La enseñanza cognitiva es la actividad mediadora y estimuladora de aprendizajes representativos, relevantes y activos, desarrollada por la capacidad pensativo-indagadora del profesorado, por medio de la toma de decisiones más adecuadas para entender la singularidad de los procesos de los estudiantes, coprotagonistas con el profesor en la enseñanza reflexiva.

Los procesos cognitivos son más amplios ya que el docente influye en la fase preactiva, interactiva y postactiva, momentos esenciales de la continuidad de la acción formativa y de la explicitación de la toma de decisiones más representativas. La comprensión de la enseñanza cognitiva es posible al estudiar las investigaciones en el pensamiento del profesorado, a través de la reflexión en la acción y del autoanálisis de la práctica, mediante el estudio de las tareas instructivo-formativas.

Esta teoría ha generado su metodología en un doble ámbito: en el de la praxis y de la indagación rigurosa. En el primero ha creado modelos de descubrimiento constructivista de la acción didáctica, ampliados en su sentido y realización. Aplicando la metodología de la investigación cualitativa, mediante la entrevista, el análisis observacional, los grupos de discusión, el análisis de los contenidos, etc. ha alcanzado una línea de mejora muy significativa.

**2.4.2.- La teoría artística** se construye sobre la relación entre el arte y la enseñanza. El arte, en una primera acepción, como técnica dominada por la que se expresa la realidad de un modo peculiar y en la segunda acepción se concentra en que construye la realidad atendiendo al modo específico de cada actividad. La enseñanza se debe acomodar a lo singular del proceso de aprendizaje de cada estudiante, además de a la cambiante realidad que nos rodea. Debe presentar al discente ante el reto de lo nuevo y la necesidad de acomodar el modo de conocer a las demandas de la sociedad.

La enseñanza debe tener cierta originalidad, cada docente es como un artista, debe adaptar la tarea formativa a la complejidad e incertidumbre que caracterizan los modos peculiares de comprender de cada estudiante y responder al reto de situarle ante la

realidad. Aunque los seres humanos tenemos modos parecidos y hay mucho escrito acerca de los procesos de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, en este proceso el estudiante es un ser único e irrepetible, necesitado de herramientas para afrontar el futuro.

La intuición también es una característica del arte que se puede aplicar a la enseñanza. La intuición ahonda en lo conocido y busca una mirada diferente, más rica, más penetrante, con significados abiertos, que posibiliten el modo propio para que cada persona se enfrente con la realidad. La perseverancia ya que la educación es un esfuerzo continuo e intenso, debe repetir muchas veces lo mismo ya que el hábito no se genera de una vez, también se entiende que cada persona tiene un tiempo para afianzar su aprendizaje, cada uno tiene sus reacciones y hay que adaptarse. La sensibilidad y la estética son rasgos de la acción de enseñar, que convierte la práctica docente en un paisaje de relaciones empáticas y de belleza generadora de saber. El profesor es sensible ya que está disponible a los requerimientos de los estudiantes, tiene ilusión y cercanía.

La visión artística descubre nuevos enfoques para interiorizar la cultura y sus valores predominantes, replantea la interacción de las personas desde otra visión. Existe una interacción entre los símbolos y el discurso. La perspectiva artística enfoca la enseñanza como interactividad de cambio vivenciada en un proceso comunicativo integrador, en la relación con los demás y en el reto de la realidad cambiante el discente se mueve y el docente debe enseñarle.

**2.4.3.- La teoría comprensiva** consiste en la comprensión de la realidad, la enseñanza comprensiva es aportada por el “Proyecto Cero” de Harvard (1967), entre otros. Se funda en superar las visiones contrapuestas y hacer una síntesis de los enfoques en conflicto acerca de la acción docente, busca interpretar la realidad e indagar en ella para comprenderla en su totalidad. Parte de la intención de los participantes, procura entender los comportamientos humanos en los diferentes escenarios, implica un acercamiento en apertura y búsqueda permanente, está en una continua disposición positiva para aceptar las diferentes perspectivas y enfoques de la conciencia y acción de las personas y comunidades, tratando de descubrir los significados implícitos y las emergentes situaciones ante las que han de tomarse decisiones.

Es un nuevo modo de entender el discurso del proceso formativo, la enseñanza es comprensiva cuando la práctica es flexible y reconoce el impacto de la incertidumbre de la sociedad actual, también es necesario la valoración de las actitudes implícitas del

profesorado en torno a las acciones formativas. Los valores en los que se sustenta la teoría comprensiva son principalmente y en síntesis los siguientes:

- Capacidad de desplegar los conocimientos de forma comprensiva.
- El aprendizaje en temas básicos.
- La motivación, autocompromiso y plena implicación.
- El uso activo y asimilación del conocimiento.
- Los enfoques para una enseñanza constructivista.
- Gran gama de estilos pedagógicos.
- El compartir respuestas entre los estudiantes y el apoyo mutuo.

En el “Proyecto Cero” de la universidad de Harvard fundado en 1967, se destacan como relevantes los tres aspectos siguientes: la *selección de los temas* por colaboración y acuerdo entre docente y discente, atendiendo al conjunto de lo que se estudia; la *formulación y acuerdo de los objetivos* de comprensión que han de alcanzarse; la *elección de las representaciones* más adecuadas para la comprensión de los temas a estudiar y realizar una evaluación formativa y comprensiva. Con claridad se infiere que la teoría comprensiva pretende una interrelación entre estos tres núcleos: han de acordarse entre docentes y discentes los temas, los objetivos, las representaciones y evaluación.

El tema es nuclear y esencial en el aprendizaje, debe tener conexión con el contexto y el marco sociolaboral, además de accesible al estudiante y de interés para el profesor. Los objetivos deben ser explícitos y esenciales, deben de estar ligados con la representación y la potencialidad formativa del tema. Las representaciones se integran con los objetivos, son la base de los contenidos, ligados a la práctica, deben asumirse de forma reflexiva para el aprendizaje. La evaluación sirve para percibir el progreso del estudiante en el alcance de los objetivos trazados al principio. Debe ser fruto de una serie de pruebas y no de un test único. La visión comprensiva se fundamenta en la conexión de los problemas concretos de docentes y estudiantes, está unida a las representaciones más habituales de los aprendices y tiene un método práctico y contextualizado.

Los autores basan la comprensión en una reconstrucción y adaptación de los elementos básicos del proceso enseñanza-aprendizaje: un enfoque interdisciplinar motivador y adaptado a los contenidos básicos, la calidad de las representaciones, la emergencia de los objetivos explícitos y abiertos y la evaluación como tarea del día a día. Este enfoque busca entender la complejidad de la tarea y su continua adaptación a los

modos y estilos del aprendizaje de los estudiantes. Las perspectivas de los contextos abiertos plantean retos a la enseñanza comprensiva, el docente debe adaptar su actuación a los emergentes cambios. Aprender profesionalmente es desarrollar una enseñanza comprensiva, cuestionar la realidad personal y adaptar el pensamiento a las necesidades de cada estudiante, teniendo en cuenta su ambiente.

**2.4.4.- La teoría sociocomunicativa** consiste en buscar la construcción del saber y la práctica comunicativa, como realidad en las relaciones sociales en un mundo en permanente cambio. La enseñanza es un proceso interactivo-comunicativo orientado a intencionalidades formativas, busca la formación intelectual y humana de los estudiantes y genera un conjunto transformador de decisiones para responder a los desafíos a los que se enfrentan estudiantes y profesores.

La comunicación tiene como núcleo el discurso, busca con él el enriquecimiento con el conocimiento de los diferentes puntos de vista, imágenes y concepciones del mundo. Los emisores y receptores han de tener una actitud abierta ante los diferentes modos de entender el mundo. Los principales actos en la comunicación educativa se dan en los contextos sociolingüísticos. El objeto de la didáctica es el acto formativo-comunicativo, que relaciona al profesor y al alumno, al trabajar un sustrato cultural, cargado de valores y generador de estilos más implicados en la mejora personal de todos los participantes en la acción educativa. La comunicación se debe dar entre dos personas, sin embargo es elaborada por una, eso hace que en ciertos momentos si el emisor no ha asumido las dificultades del otro se pueda interrumpir la bidireccionalidad y reciprocidad en dicha comunicación.

El acto comunicativo es la interactividad existencial entre las personas. Los docentes deben conocer los condicionantes de dicho acto. La enseñanza es también intencional y transformadora, adapta el saber académico y afianza los valores en el aula, a través de un desarrollo intelectual y actitudinal de los estudiantes. Esta teoría busca que la enseñanza sea una actividad comunicativa y contextualizada con un fin formativo. Se basa en la calidad del discurso y en características como la empatía y la reflexión, de tal forma que se facilite la comunicación. Debe respetar la identidad personal y singular de cada participante y su cultura, debe propiciar la apertura a otras formas culturales.

La enseñanza se entiende como un generador de interacciones, promotora de una inteligencia socio-afectiva, creadora de valores de colaboración, que afecta a mode-

los ligados a la adaptación del discurso, contando con una organización y colaboración de todos. La enseñanza es interactividad sostenida entre todos los participantes que promuevan el acercamiento sincero en la colaboración intercultural. La multiculturalidad requiere el reconocimiento de diversos estilos y valores de comunicación. Se busca conseguir el avance compartido. Esta teoría está apoyada por los trabajos de Rodríguez Diéguez (1985 y 2000) y Titone (1986), además de varios trabajos de Medina y sus colaboradores (1993, 1995 y 2000).

## **2.5.-Acto didáctico**

El objeto de la didáctica se resumió en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ahora bien, estos procesos tienen que ver con el aula si hablamos de la educación formal, los actos que tienen lugar en el aula que pueden tener unas repercusiones muy variadas en el espacio y en el tiempo de las personas que intervienen son los llamados actos didácticos. “La enseñanza se concreta en actos didácticos mediante los cuales el profesorado propone múltiples actividades a los estudiantes para facilitar los aprendizajes deseados”. (Marqués, 2001) El acto didáctico define la actuación del profesor para facilitar los aprendizajes de los estudiantes, es esencialmente comunicativo. Representa la tarea más emblemática del profesorado. En el presente apartado tres son los asuntos más relevantes a que se prestará atención: se hace una enumeración y breve explicación de los componentes que intervienen en lo que hemos denominado acto didáctico, en segundo término se exponen las características de la acción comunicativa y las funciones del lenguaje en su relación con la actividad didáctica y por último se lleva a cabo un análisis de algunas de las tareas que han de producirse en el acto didáctico por parte de algunos de los elementos integrantes del acto didáctico.

**2.5.1.- Elementos que intervienen en el acto didáctico. 1) El profesor** planificando determinadas actividades para los estudiantes en el marco de una estrategia didáctica que pretende el logro de determinados objetivos educativos. Al final del proceso evaluará a los estudiantes para ver en qué medida se han logrado.

**2) Los estudiantes**, que pretenden realizar determinados aprendizajes a partir de las indicaciones del profesor mediante la interacción con los recursos formativos que tienen a su alcance.

**3) Los objetivos educativos** que pretenden conseguir el profesor y los estudiantes, y los contenidos que se tratarán. Éstos pueden ser de tres tipos:

- *Herramientas esenciales para el aprendizaje*: lectura, escritura, expresión oral, operaciones básicas de cálculo, solución de problemas, acceso a la información y búsqueda "inteligente", metacognición y técnicas de aprendizaje, técnicas de trabajo individual y en grupo...
- *Contenidos básicos del aprendizaje*, conocimientos teóricos y prácticos, prototipos de la cultura contemporánea y necesarios para desarrollar plenamente las propias capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar en la sociedad y mejorar la calidad de vida.
- *Valores y actitudes*: actitud de escucha y diálogo, atención continuada y esfuerzo, reflexión y toma de decisiones responsable, participación y actuación social, colaboración y solidaridad, autocrítica y autoestima, capacidad creativa ante la incertidumbre, adaptación al cambio y disposición al aprendizaje continuo.

**4) El contexto** en el que se realiza el acto didáctico. Según cuál sea el contexto se puede disponer de más o menos medios, habrá determinadas restricciones (tiempo, espacio...). El escenario tiene una gran influencia en el aprendizaje y en los procesos de transferencia. Los recursos didácticos pueden contribuir a proporcionar a los estudiantes información, técnicas y motivación que les ayude en el aprendizaje, no obstante su eficacia dependerá en gran medida de la manera en la que el profesor oriente su uso en el marco de la estrategia didáctica que está utilizando.

**5) La estrategia didáctica** con la que el profesor pretende facilitar los aprendizajes de los estudiantes, integrada por una serie de actividades que contemplan la interacción de los alumnos con determinados contenidos. La estrategia didáctica debe proporcionar a los estudiantes: motivación, información y orientación para realizar sus aprendizajes, y debe tener en cuenta algunos principios:

1. Tomar en consideración las características de los estudiantes: estilos cognitivos y de aprendizaje.
2. Conocer y tener en cuenta las motivaciones e intereses de los estudiantes. Procurar cierta amenidad en el aula.
3. Organizar el aula: el espacio, los materiales didácticos, el tiempo...
4. Proporcionar la información necesaria cuando sea preciso: web, asesores...



5. Utilizar metodologías activas en las que se aprenda haciendo.
6. Considerar un adecuado tratamiento de los errores que sea punto de partida de nuevos aprendizajes.
7. Prever que los estudiantes puedan controlar sus aprendizajes.
8. Considerar las actividades del aprendizaje colaborativo, aunque siempre se ha de tener presente que el aprendizaje es una actividad individual.
9. Realizar una evaluación final de los aprendizajes.

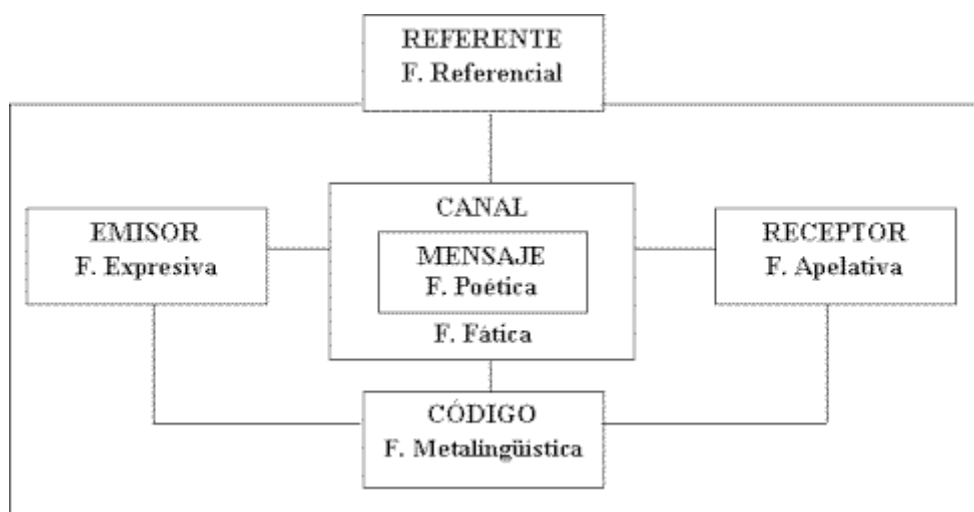
**2.5.2.- Características de la acción comunicativa.** El acto didáctico una actividad esencialmente comunicativa y en consecuencia parece legítimo establecer un a primera aproximación entre las características de la actividad didáctica y la acción comunicativa, que hace posible y deseable la correspondencia entre los dos tipo de actos. La evidencia del mencionado paralelismo se decanta del análisis de las características de la acción comunicativa que pueden sintetizarse en las siguientes:

1. *El código:* conjunto de signos y de reglas de combinación que permiten formular y comprender un mensaje. En la comunicación lingüística es la lengua, en un acto didáctico también existe otro código que es el de los gestos y la modulación de la voz.
2. *El emisor:* es la persona que codifica el mensaje y lo transmite al receptor. Es el papel habitual del profesor aunque a veces se intercambien los papeles y aprenda del estudiante.
3. *El receptor:* la persona que recibe el mensaje codificado por el emisor y lo descodifica utilizando el mismo código de la lengua. Es habitualmente el estudiante.
4. *Mensaje:* todo lo que el emisor transmite al receptor. En términos generales coincidirá con los objetivos educativos.
5. *El canal:* el medio a través del cual se transmite el mensaje. Habitualmente son el papel y las ondas sonoras a través del aire. Cada vez es más frecuente el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como canal mediante el cual se envía el mensaje.

6. *Referente*: la realidad a la que se alude en el mensaje. También tendría que ver con los objetivos educativos, a veces los docentes explican de forma clara algo real, en otras ocasiones algo más especulativo que se debe relacionar con la realidad porque eso captará más fácilmente la atención del alumno.
7. *Contexto*: todo aquello que rodea la emisión del mensaje. Abarca desde la posición de los interlocutores hasta las circunstancias en que se da la comunicación.
8. *Ruido*: lo que puede entorpecer la comunicación.
9. *Redundancia*: mecanismo de compensación (algo sobrante) del código para asegurar que el mensaje llegue a su destino.

**2.5.3.- Funciones del lenguaje** . Una segunda aproximación entre la actividad didáctica y la acción comunicativa se puede establecer mediante el análisis de las *funciones del lenguaje*:

- *La función expresiva*: se da cuando el docente utiliza el lenguaje como vehículo para transmitir sus emociones.
- *La función apelativa*: cuando el profesor pretende influir en el estudiante para que haga algo.
- *La función representativa* o referencial: relacionada con el referente, se emplea el lenguaje para proporcionar información.
- *La función fáctica*: sirve para establecer comunicación, por ejemplo ¿verdad?, ¿me entiendes? Tiene relación con el canal.
- *La función metalingüística*: la comunicación versa sobre el lenguaje mismo, esto es, sobre el código.
- *La función poética*: sobresale en la literatura, sin embargo el profesor a veces la emplea al transmitir información de tal forma que sea fácil de aprender, tiene que ver con el mensaje.

**Cuadro 2: Esquemas de las funciones del lenguaje**

Fuente: Elaboración propia a partir de Jakobson (1963)

**2.5.4.-Otras dimensiones del acto didáctico.** Además del lenguaje otro componente importante del acto didáctico es el profesor o docente, ya se estudió en el capítulo anterior a raíz de las competencias. Ahí se realizó también un elenco de lo que debe caracterizar a un buen profesional de la docencia. Sin embargo, me gustaría añadir que un profesor debe manejar con cierta fluidez las funciones del lenguaje vistas con anterioridad. Ya sea, la apelativa para llamar la atención y sacar a veces de la dispersión en la que cae, con cierta frecuencia, el estudiante. La función apelativa tiene que ver con la función fáctica, al buscar la atención de un estudiante se está pretendiendo restablecer el canal de información.

Estas tareas se relacionan también con la función expresiva, no en vano en docente a veces busca ser muy expresivo para captar la atención del alumno. Ha de acentuarse la expresividad para recalcar lo importante, poner ese énfasis especial en los conceptos básicos de la materia, hasta llegar a entusiasmar a los estudiantes como por ejemplo, Ann Richards, gobernadora de Texas en 1991, manifestaba acerca de las clases de su profesor Ralph Lynn que *“nos ofrecían una ventana al mundo y para una muchachita de Waco sus clases eran como grandes aventuras”*(Bain, 2005, 65) .

Esa cualquier parte de la explicación, el profesor debe de enfrentarse a la pregunta del alumno: esto, ¿para qué me sirve?. *“Donald Saari, un matemático de la universidad de California, invoca el principio de lo que denomina ‘¿a quién narices le impor-*

*ta?’. Al inicio de sus cursos, dice a sus estudiantes que son libres de hacerle esta pregunta cualquier día del curso, en cualquier momento de la clase. Entonces se detendrá y explicará a sus estudiantes por qué es importante la materia en consideración en ese mismo instante - no importa lo abstrusa y minúscula que sea esa parte del todo -, y cómo se relaciona con los asuntos y cuestiones más generales del curso”*(Bain, 2005, 50). Herbart (1806) manifiesta que lo abstracto nunca debe parecer que llega a ser la cosa misma, sino que se ha de asegurar siempre su significación por una aplicación real a los objetos. Por tanto, es importante dar razones al estudiante, convencerlo de que es bueno para él que esté atento y que busque seguir las clases lo mejor posible. Además es enriquecedor para la formación del profesor buscar las relaciones que tienen los conceptos de su materia con la realidad y manifestarlo a los alumnos para que se hagan cargo mejor de la explicación. Podríamos decir que esto sería la función referencial.

Incluso la función poética que se emplea habitualmente cuando se da clase a niños y no tan niños, por ejemplo el transmitir el mensaje por medio de una canción, se quedan con la melodía de forma sencilla y consiguen captar el contenido. Otras veces se puede recurrir a reglas mnemotécnicas o frases que le sirvan para que se les quede el contenido, por ejemplo, de la integral por partes se suele dar la siguiente oración “sólo un día vi un valiente soldadito vestido de uniforme”.

Además de estas cualidades Herbart (1806) dice que el educador tiende a lo general; pero el alumno es un individuo particular. Por tanto, el profesor debe aplicar lo necesario para cada uno de los estudiantes que tiene en frente en cada clase de cada día, esto es muy difícil. Ante este reto, Herbart concluye que es preciso dejar tan intacta como sea posible la individualidad. En otro lado añade que dejará con gusto que se desarrolle la única gloria de que es capaz la individualidad: la de ser fuertemente acentuada hasta el asombro; buscará su honor en que se vea transparentemente en el hombre que fue sometido a su arbitrio el sello puro de la persona, de la familia, del nacimiento y de la nación.

En general, Herbart dice que la instrucción debe ser clara, debe buscar asociar conceptos, sistemática y seguir un método. En cuanto a la otra característica importante, que la denomina la simpatía, – tiene que ver con la dimensión sentimental o de predisposición - debe captar la atención, que los alumnos intuyan el siguiente paso y se sientan motivados a actuar y a seguir el proceso.

El receptor es el estudiante y se considerará en el siguiente capítulo cuando se traten las estrategias del aprendizaje y las actitudes.

Antes de concluir este apartado dedicado al *acto didáctico*, es obligada una breve referencia a los objetivos educativos. La didáctica a la hora de definir el modelo formativo y cuando diseña la estrategia instructiva, que lo expresa, no se pregunta sólo cuál sea el contenido que establece al respecto la sociedad, sino también qué es lo mejor para el desarrollo de los sujetos, qué es lo más congruente teniendo en cuenta el modelo formativo asumido, sea éste o no el propugnado por las estructuras sociales-culturales predominantes.

Gimeno es un buen ejemplo de ese campo de tensiones permanentes entre diversos modelos formativos. Otros como Gagne y Briggs (1976) manifiestan que el modelo formativo debe desarrollar cinco dimensiones: a nivel de información, de desarrollo aptitudinal, de estrategias cognoscitivas, de habilidades psicomotrices y de actitudes. Kunert (1979) concreta su modelo en la adquisición a través de la instrucción de la capacidad de pensar, de valorar (integra la dimensión psicológica, lógica y moral), y de operar autónomamente.

La didáctica define el modelo formativo, define la actuación en los contextos específicos, es decir el diseño curricular, esto ya sería parte de la aplicación de la didáctica. Como se aprecia por los ejemplos anteriores, el currículum no sólo está formado por conceptos sino también por actitudes y procedimientos.

## **2.6.- El currículum: concepto, tipos y elementos.**

El término, en su acepción pedagógica, es un concepto relativamente nuevo hasta el punto que, “*ni el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua ni el de María Moliner lo recogen en su acepción pedagógica*”(Gimeno, 1988: 13). En este apartado se van a tratar los asuntos siguientes: primero se hace una exposición y comentario de algunas definiciones que nos resultan más significativas, que se recogen en la tabla que aparece a continuación, sin dejar de pronunciarme sobre la controversia entre currículum y didáctica; en segundo término se presentarán diferentes tipologías de los currículos, para concluir este apartado haciendo mención de los elementos integrantes del currículum.

**2.6.1.- Autores y definiciones de currículum.** Primero, para realizar el análisis de dicho término vamos a ir a las definiciones que se han aplicado a este término:

**Cuadro 3: Definiciones de currículo**

<b>Autores</b>	<b>Definiciones</b>
Saylor, J.C. y Alexander, W.M. (1954)	El esfuerzo total de la escuela para producir los resultados deseados en situaciones intraescolares y extraescolares.
Tyler (1949), Wheeler (1976), Foshay (1962)	Todo lo que ocurre a los niños en la escuela como consecuencia de la actuación de los profesores.
Inlow (1966)	Esfuerzo conjunto y planificación de toda escuela, destinado a conducir el aprendizaje de los alumnos hacia resultados de aprendizaje predeterminados
Johnson (1970)	La suma de las experiencias que los alumnos realizan mientras trabajan bajo la supervisión de la escuela
Taba (1974)	Es un plan para el aprendizaje...debe de haber una selección y ordenación del contenido, elección de experiencias de aprendizaje y planes para lograr condiciones óptimas para el aprendizaje.
Nassif (1980)	Conjunto de experiencias educativas programadas por la escuela en función de sus objetivos y vividas por el alumno bajo la responsabilidad de los maestros
Scurati (1982)	Proyecto educativo y didáctico realizado en situación escolar a través de un comportamiento de tipo profesional.
Stenhouse (1984)	Una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de forma tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica
Zabalza (1987)	Conjunto de los supuestos de partida, de las metas que se desea lograr y los pasos que se debe dar; conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, etc., que se considera importante trabajar año tras año.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gervilla (1988)

Entre las primeras definiciones se acentúan las experiencias vividas y se hace referencia a todo lo vivido en la escuela. En las últimas definiciones de la tabla precedente se pretende más el desglose de lo que ocurre en la escuela y en qué consisten las experiencias vividas. Lógicamente en la escuela, mediante la experiencia los estudiantes van adquiriendo conocimientos, procedimientos, competencias y habilidades, además de unos valores y unas capacidades que les faciliten la relación con los otros. Todo esto es lo que incluye el currículum escolar.

Stenhouse (1991) para formular su definición parte de otras definiciones americanas de currículum como la de Inlow, la de Johnson –una serie estructurada de objetivos del aprendizaje que se aspira a lograr- y de Neagley y Evans que define como el conjunto de experiencias planificadas proporcionadas por la escuela para ayudar a los alumnos a conseguir, en el mejor grado, los objetivos de aprendizaje proyectados, según sus capacidades. A partir de estas tres reflexiones, quiere señalar en su definición Stenhouse tres aspectos: el propósito educativo; la apertura al cambio, que implica un compromiso de transformación de lo establecido si se considera aconsejable y, por último, la relación con la práctica, es decir, cada realidad escolar exige un planteamiento curricular específico.

En todo caso, estas definiciones se acercan a los objetivos de la didáctica ya que tienen por objeto los procesos educativos, *“el objeto del currículo es mejorar las escuelas mediante el perfeccionamiento de la enseñanza y del aprendizaje”* (Díaz Alcaraz, 2002: 83). Por tanto, no resulta extraño observar que algunos autores identifican currículo con didáctica. En los últimos decenios del siglo XX han aparecido diferentes tendencias del pensamiento pedagógico que identificaron ambos términos. Sin embargo, podrían establecerse ciertas diferencias significativas entre estos términos. En primer término la didáctica tiene una dimensión teórica y también una parte práctica pero siempre aparece como una disciplina con una investigación que le es propia y un cuerpo de teoría. Sin embargo, de las variadas y numerosas definiciones del currículum se puede inferir que se trata de una acepción eminentemente práctica, incluso con los términos más frecuentes con que suele definirse el currículo, “esfuerzo” o “experiencias”, se infiere su carácter práctico. En segundo término, en la definición de la didáctica suele emplearse el término ciencia, con todo lo que este término conlleva, mientras que el currículum comienza por definirse atendiendo a la suma de experiencias o conjunto de experiencias, que revelan con claridad meridiana su carácter eminentemente práctico. También es

cierto que el término currículum en el pasado hacía más referencia a un listado de contenidos programáticos, pero a lo largo de los últimos decenios se ha concebido como un listado de objetivos, contenidos y actividades. A principios del siglo XX comienzan a cambiar los planteamientos al respecto. Se busca una mayor racionalidad en la práctica escolar. Detrás de las definiciones de currículum se puede ver una base ideológica, se pueden clasificar en cinco grupos:

**2.6.2.- Tipologías de los currículos.** A continuación se presentan algunas de las más interesantes tipologías curriculares con el propósito de contribuir a su clarificación conceptual y sistematización del apartado que nos ocupa.

a) Esta primera clasificación recurre al criterio de contenido y rasgos específicos del currículo. Se ofrecen cinco tipos diferentes.

a.1.- El currículo como los contenidos de la enseñanza. Gimeno-Sacristán (1988) dice no hay enseñanza ni proceso de enseñanza-aprendizaje sin contenidos de cultura, y estos adoptan una forma determinada en un currículum. Parece que la ideología que subyace es la propia de los modelos humanísticos o tradicionales.

a.2.- El currículo como guía de la actividad escolar. Taba puede ser uno de los grandes representantes de esta corriente. Hace hincapié en la programación efectuada que se constituye en eje rector del proceso instructivo. Se determinan los objetivos, contenidos, actividades, modelo de evaluación, medios y recursos...Existen dos versiones de esta concepción: el plan condiciona el proceso o el plan es únicamente orientador. La una sería una postura a partir de un enfoque técnico y la otra representa un enfoque práctico.

a.3.- El currículo entendido como experiencia. Muchas de las definiciones citan experiencias de enseñanza y aprendizaje. La investigación educativa no puede definirse por referencia a los objetivos apropiados a las actividades investigadoras que se ocupan de resolver problemas teóricos, sino que hay que operar dentro del marco de referencia de los fines prácticos a los que obedecen las actividades educativas. Gimeno Sacristán habla de que la mejora de la práctica implica tomar partido por un marco curricular. Así visto, la ideología que subyace está en un enfoque socio-crítico.

a.4.- El currículo como sistema. El sistema escolar hay que definirlo como complejo, probabilístico, dinámico y compuesto de subsistemas. Consiste en un enfoque sistemático.



a.5.- El currículo como disciplina. Es una teoría y práctica de la planificación y aplicación de planes de estudio y programas escolares. Se concibe a partir de un enfoque tecnológico.

b) *Una segunda tipología de las definiciones del currículo* se construye a partir de los presupuestos ideológicos subyacentes en el planteamiento conceptual de los currículos. Se ofrecen cinco alternativas según lo subyacente, lo ideológico:

b.1.- Como estructura organizada de conocimientos el currículo se correspondería con la función transmisora de la enseñanza.

b.2.- El currículo como sistema tecnológico de producción aparece como un factor de control social. Es un modelo criticado por ser un mantenedor de la situación social.

b.3.- El currículo entendido como plan de instrucción implica la planificación racional de la intervención didáctica en todas sus dimensiones.

b.4.- Como conjunto de experiencias, el currículo ha de recoger las experiencias que se llevan a cabo con intencionalidad didáctica, tiene un espíritu ciertamente reduccionista.

b.5.- El currículo como solución de problemas ha de presentarse como global, integrado y flexible ya que debe prepararse para resolver los problemas sociales.

c) *Reorganización tipológica de Kemmis*. Las diferentes corrientes teóricas se pueden agrupar, según el planteamiento de Kemmis (1988) que analiza los sustratos ideológicos de los distintos planteamientos curriculares y reduce a tres grupos, la diversidad curricular preexistente:

c.1.- *La teoría técnica* considera la sociedad y la cultura como una “trama” externa a la escolarización y al currículum, una especie de contexto caracterizado por las “necesidades” y los objetivos sociales deseados a los que la educación debe responder. Descubriendo esas necesidades y desarrollando programas se pueden alcanzar los propósitos y objetivos de la “sociedad”. Se trata de concretar en cuatro dimensiones todas esas necesidades y programas: objetivos, experiencias, organización y evaluación. Su origen es Bobbitt (1918) y el exponente de mayor relieve es Tyler a principios de los 70.

c.2.- *La teoría práctica* del currículum considera la sociedad y la cultura como un tipo de sustrato, pero adopta un punto de vista más activo en su contribución a la

sociedad y a la cultura por el desarrollo de personas educadas con capacidad de pensar de forma crítica y de actuar sensatamente, por la transmisión de los valores y por las decisiones educativas de los profesores. La teoría práctica es acorde con el punto de vista de la sociedad liberal, en donde los sujetos toman decisiones morales y actúan de acuerdo con sus conciencias y sus juicios. Se presupone que todos tienen capacidad de elegir cómo actuar mejor, no afronta la estructura social de injusticia que puede limitar la oportunidad de elección de muchos. Esta corriente es de corte humanista, Schwab (1969) es uno de los que inician esta corriente, su tesis se orienta a que la práctica no puede guiarse por simple deducción desde la teoría. Tiene una gran implantación en la vida social y cultural.

*c.3.- La teoría crítica* parte de la premisa de que las estructuras sociales pueden no ser tan racionales como se puede pensar. A veces están creadas por la irracionalidad, la injusticia y la coerción. No percibimos estas distorsiones porque las concebimos como naturales. La teoría crítica consiste en analizar los procesos por los que nuestra sociedad y nuestros puntos de vista sobre ella se han formado. La comprensión de estos procesos puede revelar algunas de las formas en las que están distorsionadas, tanto la vida social, como nuestros puntos de vista sobre ella. La educación tiene un papel des-  
enmascarando los aspectos distorsionados por el crecimiento económico, la superstición, y la irracionalidad, también viendo como negativamente lo que nos hace comprender el mundo deformado, lo antinatural como natural, lo irracional como racional. Cuando dejamos de lado la comprensión de estos procesos, entramos en el campo de la ideología.

**2.6.3.- Elementos del currículo m.** Visto el concepto y las teorías, se trata de identificar los elementos integrantes del currículum, para lo cual se puede hacer una primera distribución atendiendo a tres marcos: ideológico, normativo y operativo.

a) En el **marco ideológico** se encuentran las necesidades socio-económicas; las necesidades culturales, que integran lo que se puede denominar con un concepto genérico el contexto educativo general o el contexto sociocultural de la educación. Como es obvio este contexto generará una política educativa determinada.

El marco ideológico está integrado en el contexto general educativo pues, como escribe Gimeno, la política curricular “es un aspecto específico de la política educativa, que establece la forma de seleccionar, ordenar y cambiar el currículum dentro del sistema educativo, clarificando el poder y la autonomía que diferentes agentes tienen sobre

él, interviniendo de esta suerte en la distribución del conocimiento dentro del aparato escolar, e incidiendo en la práctica educativa, en tanto presenta el currículum a sus consumidores, ordena sus contenidos y códigos de diferentes tipos”(Gimeno, 1988: 129).

Un primer nivel de decisión dentro de la política curricular es la decisión de tener el currículum abierto o cerrado: el abierto posibilita la adaptación educativa a diferentes contextos, realidades y necesidades, a la vez que facilita una mayor implicación del profesor en la planificación y desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. El currículum cerrado supone una propuesta tendente a la unificación de acciones educativas independientemente de la realidad contextual. El primero conlleva una interacción con lo que le rodea, se acentúa el proceso de enseñanza y aprendizaje, se evalúa el nivel de aprendizaje en el manejo de situaciones nuevas y se concibe como un instrumento de la programación. Mientras el segundo tiene unos objetivos inamovibles, se enfatiza el resultado de aprendizaje, se evalúa el progreso en las secuencias de instrucción planificadas y viene a identificarse con la programación.

Un segundo nivel de decisión reside en el diseño curricular de objetivos, procedimientos, actividades y metodologías. El tercer nivel de decisión consiste en determinar la participación (de la Administración educativa, de los profesores, del centro, etc.) en la configuración del currículum. *“En España múltiples mecanismos y regulaciones son idénticos en la educación primaria y en secundaria: dependencia de decisiones administrativas, regulación de cuestionarios, de libros de texto, proposición de orientaciones metodológicas generales, tipo de control sobre el currículum, estilo de inspección, etc.”*(Gimeno, 1988:148)

b) En el **marco normativo** se dan lugar los diferentes elementos que siguen: 1) lo que se denomina la ‘normativa’, es decir, el conjunto de leyes, decretos y reglamentos que desarrollan la política educativa. 2) Los niveles educativos son aquellos niveles que la norma determina y que vienen definidos por la función que han de cumplir en la sociedad y la estructura que poseen para llevarla a cabo. 3) Las orientaciones y los programas vienen generados por la influencia de las aportaciones psicopedagógicas, la epistemología y los niveles educativos promulgados por la normativa. 4) Los objetivos de ciclo son los objetivos correspondientes a los niveles educativos y a los programas. Se encuentran situados en dos marcos, se encuadran en el marco normativo porque son regulados por las leyes, pero también forman parte del marco operativo.

En el marco normativo, se encuentra el contexto escolar, es decir, el proyecto educativo del centro y el proyecto curricular del centro, también se concreta los papeles a realizar por parte de los padres, alumnos y profesores. Sin embargo, los elementos nucleares del currículum son los objetivos, contenidos, actividades y la complementariedad entre fines, contenidos y actividades. La enseñanza, al ser una actividad intencional como ya dijimos, busca el aprendizaje, por tanto tiene que ser guiada por una serie de objetivos previamente definidos. Los objetivos han de estar fundamentados en:

1. Los fines de los que derivan.
2. El debate entre los agentes de la enseñanza.
3. La actividad misma de enseñar.
4. Los procesos y propuestas de aprendizaje a conseguir y promover.
5. El proyecto educativo del centro y ciclo.
6. Las situaciones y metas socio-interactivas del aula y centro.
7. La visión curricular global en la que fundamentamos nuestra actuación en el centro y aula.

Los contenidos son el conjunto de teorías, hipótesis, proposiciones, modelos de pensamiento y acción, patrones culturales característicos del desarrollo científico y genuinos de la cultura de la sociedad en la que tiene lugar.

c) El **marco operativo** se relaciona con la actividad diaria educación dentro de un aula y además de contener los objetivos por su carácter práctico, incluye también el contexto educativo específico, que son necesidades e intereses individuales y de grupos definidos; los procesos educativos o lo que sucede en el aula; el nivel de formación del profesorado, que ha de constituir una preocupación constante del profesor y, por último, los resultados educativos, que vienen dados por evaluación de la consecución de los objetivos previamente definidos y buscados por el profesor mediante las actividades diseñadas.

Las actividades son conjuntos organizados de comportamientos y estilos de acción, que reflejan los modos de abordar la realidad, tanto por el profesor como el alumno. Cuando nos queremos referir a un conjunto de actividades coherente, con un fin más o menos explícito se habla de tarea. En cuanto a la complementariedad entre fines, contenidos y actividades surge un aspecto importante. Está claro que lo que debe buscar un

profesor al diseñar una actividad es poner en juego unos contenidos para llegar a un fin. Sin embargo, a veces el profesor realiza las mismas actividades que se proponen en el libro de texto sin saber para qué o por qué ha escogido dichas actividades. En realidad, al diseñar la actividad de la clase se deben tener muy claro los objetivos y los contenidos para realizar las actividades que mejor se adapten.

## **2.7.- Pluralidad metodológica de la didáctica.**

Explicados los elementos del currículum, los aspectos del emisor y receptor en el acto didáctico, se procede a la exposición del modelo o método didáctico. Todo acto didáctico se puede dividir como proceso sistémico en tres momentos sucesivos y fundamentales: 1º) Programación o diseño de lo que posteriormente se va a enseñar. 2º) Realización que constituye la puesta en práctica de las estrategias diseñadas para llevar a cabo la programación. En este intervalo es donde se ejecutale mayor despliegue de las metodologías educativas. 3) Evaluación que consiste en la verificación de lo desarrollado a lo largo de todo el proceso.

**2.7.1.- Pluralidad y evolución de la metodología didáctica .** Si tomamos en consideración el objetivo de la enseñanza es el aprendizaje y no hay otra alternativa responsable, es obvio que ya desde el inicio de esta reflexión sobre la metodología, nos conviene tener a la vista cuales podrían ser las características o requisitos esenciales de la enseñanza y que, según Gagné (1985), ésta debe realizar diez funciones esenciales:

- 1) Estimular la atención y motivar.
- 2) Dar a conocer a los alumnos los objetivos de aprendizaje.
- 3) Activar los conocimientos y habilidades previas de los estudiantes relevantes para los nuevos aprendizajes a realizar (organizadores previos).
- 4) Presentar información sobre los contenidos a aprender u proponer actividades de aprendizaje.
- 5) Orientar las actividades de aprendizaje de los estudiantes.
- 6) Incentivar la interacción de los estudiantes con las actividades de aprendizaje, con los materiales, con los compañeros... y provocar sus respuestas.
- 7) Tutorizar, proporcionar feed-back a sus respuestas.

- 8) Facilitar actividades para la transferencia y generalización de los aprendizajes.
- 9) Facilitar el recuerdo.
- 10) Evaluar los aprendizajes realizados.

Desde la perspectiva de las variadas y múltiples características de la enseñanza, se deduce con relativa facilidad que las metodologías de uso para dichas actividades pueden ser a su vez múltiples y variadas. En abstracto, el discurso teórico sobre la metodología suele entrañar dificultades muy variadas y no fáciles de resolver, sin embargo no ha de obviarse que en un sentido práctico la metodología y los distintos procedimientos de enseñanza constituyen una actividad muy generalizada ya que todos los días los docentes de todos los niveles educativos han de prestarles la atención debida en sus procesos de enseñanza-aprendizaje. Se calcula que al año cada docente imparte entre 300 y 900 sesiones de clase y, sin duda, mediante ellas se pretende estimular a los alumnos, resolver problemas que se plantean, proponer actividades y evaluar los resultados.

En cuanto a la evolución de los planteamientos metodológicos de la enseñanza aprendizaje puede afirmarse que ya tienen una cierta historia. Herbart, por ejemplo, estimaba que si unas experiencias siguen a otras, hay que seguir los pasos que permitan asociar, conectar y crear nuevos conocimientos. En esta misma dirección, durante los años 50 del siglo pasado, en Europa sobre todo, se proponen unos procedimientos metodológicos muy formalizados en los que se destacan la recepción, el procesamiento y la evaluación. La concepción técnica de los 50, se ve criticada en las décadas siguientes, censurándose la excesiva formalización de los procesos, que constituye un verdadero obstáculo para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje y se proponen situaciones más intuitivas en las que se cuiden los ámbitos de la percepción, la memoria, la cognición y la pluralidad de resultados. En este mismo periodo se presenta con vigor la perspectiva constructivista, que preconiza el aprendizaje situado, el afianzamiento de la instrucción y el aprendizaje compartido, teniendo en cuenta la singularidad que cada situación tiene. Como síntesis de las diferentes perspectivas metodológicas se concluye que cualquier modelo debería de disponer de un proceso referencial general y de la posibilidad de adaptarse a diferentes contextos, niveles, formas de aprendizaje, contenidos y control de los mismos.

La educación ha evolucionado desde la "pedagogía de la reproducción" a la "pedagogía de la imaginación" más basada en la indagación, la búsqueda y la pregunta que en la respuesta (Beltrán Llera, 2003); de estar centrada en la enseñanza y el profesor a interesarse en el aprendizaje y en el alumno; de prestar atención a los productos a considerar la especial importancia de los procesos.

Una sensata consideración actual nos estimula a la aceptación de que no existe un único camino para el éxito pedagógico: no existe solución sin esfuerzo para los complejos problemas docentes, ni es válida la mera descripción del “modo mejor de enseñar”. No pueden interpretarse los principios de la enseñanza como dogmas estáticos, sino como interacciones dinámicas con las metas cognitivas y sociales, con los procedimientos que subyacen a las teorías del aprendizaje y con las características personales e individuales del binomio profesor-alumno. No es técnicamente aceptable, como pueden tener la tentación algunos de hacerlo, asegurar que la buena enseñanza es algo reconocible a simple vista, algo obvio y de sentido común que no exige preparación y estudio. Tal creencia es completamente ajena a la realidad, son muchas y científicamente rigurosas las investigaciones que han abordado el estudio de la metodología y sus implicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje. También la experiencia demuestra que ningún método conocido tiene éxito con todos los alumnos ni alcanza todos los objetivos. La tarea consiste en aportar un medio ambiente de enseñanza en el que poder educar a los alumnos con la pertinente variedad de modelos que faciliten su desarrollo.

La diversificación de modelos que se aplican hoy día en el aula, es debida principalmente a dos circunstancias: la pluralidad de profesores que imparten clase a un alumno y el amplio número de asignaturas que éste ha de estudiar, favorecen que el alumno pueda alcanzar un grado alto de desarrollo. En mi parecer, un aspecto interesante del progreso de la enseñanza se afianza en el dominio creciente de la variedad de modelos y en la capacidad de usarlos con eficacia. La formación del profesorado debiera recoger esta realidad y preparar a lo futuros profesores en el dominio de un repertorio básico de variados modelos con los que hacer frente a sus futuras necesidades, creando en ellos la conciencia de la flexibilidad y la creatividad que debe caracterizar el desarrollo de la enseñanza. Disponer de un variado repertorio de modelos favorece la flexibilidad y la competencia profesional, teniendo en cuenta que todo profesor se enfrenta en su diaria tarea con una amplia gama de problemas y, por consiguiente, cuanto mayor sea su repertorio de procedimientos, más plurales, variadas y creativas serán las soluciones

que podrá generar.

La idea del método perfecto y único atenta contra las reglas de la educación e incluso es contraria a la misma condición del ser humano. En la diaria tarea de la enseñanza, encontramos personas muy diferentes entre sí, debido a su carácter, procedencia, familia, cultura, medios de pertenencia y de referencia, etc., que no deben tratarse de la misma forma. El método perfecto, el ideal es más una utopía que una realidad. No hay un modelo capaz de dar respuesta a todos los tipos y estilos de aprendizaje de la variedad de alumnos o de enseñanza de los profesores. Incluso la utilización del método único puede generar hastío o rutina con la consiguiente falta de atención y de motivación, que constituye una de las ineludibles funciones de la buena enseñanza. Desarrollar unas aptitudes y dejar otras atrofiadas no constituye una educación integral, sino que más bien genera una personalidad reducida con grandes deficiencias en los estudiantes que se hallarán muy limitados a la hora de afrontar la vida en sociedad. Todo aquello que no se encuentre en el proceso metodológico, será extraño que lo podemos encontrar en el producto. En consecuencia, el mismo modo de enseñar tiene un gran valor intrínseco para la educación del alumno sin perder de vista el aprendizaje del alumno.

**2.7.2.- Tipología de la didáctica según criterio de contenido, alumnos y profesor.** Al aprender la mente construye un modo de recogida de conocimiento que después es difícil de modificar. La diversificación de métodos de enseñanza hará que los modos de aprender sean variados de tal forma que se adapte a muchas situaciones. En esta racionalidad descrita a la hora de plantear los métodos didácticos, que faciliten el aprendizaje, existe una circunstancia a la que ha de enfrentarse el alumno: se han de tener muy en cuenta las relaciones sociales en el aula, la socialización del conocimiento y la relación entre sujetos como matriz de significaciones desde el “yo aprendo de otro” y “el otro aprende de mí”, lo cual facilita la inclusión de nuevas explicaciones o aspectos no considerados en el momento inicial.

Teniendo en cuenta las reflexiones precedentes, parece que el término que mejor definiría estas situaciones sería el de modelo, que se podría explicar como “una representación simplificada de la realidad o fenómeno con la finalidad de delimitar algunas de sus dimensiones (variables), que permite una visión aproximativa, a veces intuitiva, orienta estrategias de investigación para la verificación de relaciones entre variables y aporta datos a la progresiva elaboración de teorías” (Escudero, 1981: 9). Estas aportaciones nos llevarían a considerar como notas características del modelo las siguientes: 1)



Se trata de una abstracción de la realidad; 2) contiene algunas dimensiones significativas y esenciales de la realidad; 3) no tiene todas las discriminaciones que podrían hacerse; 4) esas dimensiones están relacionadas de acuerdo con algunas reglas; 5) adquiere diferentes finalidades; 6) guarda una determinada relación con la teoría; 7) están abocados a la acción. A finales del siglo XIX y primer tercio del siglo XX se han realizado muchos intentos, de muy variadas tendencias, con mayor o menor éxito, de construir y desarrollar diferentes tipos de modelos, que constituyen una verdadera fronda, que voy a intentar agrupar en diversos tipos, atendiendo a específicos criterios diferentes en pro de la claridad expositiva:

*a) Métodos centrados en los contenidos*, en los que incluirían tanto los métodos que concentran las materias de estudio (Ecole des roches y Plan Morrison), como los métodos globalizados de enseñanza (Método Decroly, Plan Lincoln y Método de complejos). Por ejemplo, Decroly fundamenta la educación en cuatro centros de interés, que responden a las necesidades primarias de los seres humanos: necesidad de alimentos; necesidad de protegerse del peligro; necesidad de protegerse de la intemperie; necesidad de actuar y trabajar para producir los medios que satisfagan las necesidades anteriores.

*b) Los métodos centrados en los alumnos* integran 1) los métodos de la *enseñanza programada*: más eficaz en los niveles inferiores, muy estructurada, los alumnos trabajan individualmente y se recibe una intensa retroalimentación. 2) Los métodos de la *enseñanza modularizada*: lleva tiempo, tiene formatos flexibles y los alumnos trabajan individualmente. 3) Los *proyectos independientes*: apropiados para niveles altos, consume mucho tiempo y los alumnos participan activamente en el aprendizaje. 4) Los métodos de la *enseñanza computerizada* que requiere mucho tiempo del profesor, resulta cara, es flexible, se trabaja individualmente y las actividades son variadas.

*c) Los métodos individualizados homogéneos* que propician la educación individualizada a grupos de niños de idénticas o parecidas características. Se integrarían en este tipo los que siguen: el Método Mannheim, el Plan de Oakland, el Método de los Adjustments romos, el Plan Trinidad, el Método de Miss Mackinder y el Método de las escuelas primarias de Ginebra.

*d) Métodos individualizados heterogéneos* son aquellos que propician la educación individualizada a grupos de niños de características dispares. En esta categoría se integrarían el Plan Dalton (1920), el Plan de Winetka (1928), el Plan Remy y el Método de Charles Buisson. El plan Dalton, por ejemplo, es una investigación de Parkhurst. Se

basa en tres principios: el primero es el de la libertad; el segundo principio, inspirado por Dewey, es el de la interacción constante con los otros componentes del grupo de tal forma que no sea posible a nadie presumir de que le sería viable la vida sin los demás; el tercero se basa en la psicología, no hay un niño que tome sobre sí una tarea sin comprenderla. El sistema Winnetka y las experiencias particulares de Washburne se diferencian en las materias instrumentales y los estudios sociales.

*e) Los métodos individualizados heterogéneos desarrollados a través de sistemas de fichas:* Sistema Mail, Sistema Mory y Sistema de fichas directivas.

*f) Los métodos socializantes:* Escuela de Abbotsholme, Método de Bedales, Boys Scouts, Método de Lietz, Método de G. Wineken, Método de P. Geheb, Plan Jena, las cooperativas escolares de M. Profit, Método de Cousinet, Método de C. Freinet, School city system, la escuela C de Gill, Student Council, Sistema Gary, Método de proyectos, Método de las escuelas de Detroit, Opportunity Schools, las colonias escolares de A.S. Makarenko, Método de la escuela 110 de Moscú y Método de regentes.

*g) Los métodos socializantes comunitarios* son aquellos en que la comunidad es la como protagonista de la educación: La experiencia turca, la experiencia filipina, la escuela “La milagrosa” de México, el Sistema Olsen, el Sistema Q camp commite, la Experiencia Bars, las Escuelas de Gaiato, las Escuelas de As Monicas, el Método de la Villa Pestalozzi, el método de Villagio dei Fanciullo y Stella Matutina.

*h) Los métodos centrados en las actividades escolares*, de carácter intuitivo podrían considerarse los siguientes: el método de las Escuelas del Ave María (1889), el método de las hermanas Agazzi , el método del Instituto materno infantil, Escuela de Montesca, el método de María Montessori, el método de la escuela renovada y el método de la escuela serena de Agno. Este tipo de métodos busca que la escuela sea la casa del niño, se encuentren a gusto y se muevan con entera libertad. Manjón, el fundador de las escuelas del Ave María entiende que educar es intentar hacer hombres perfectos con la perfección que cuadra a su doble naturaleza espiritual y corporal.

*i) Los métodos centrados en la interacción entre varios* son muy variados y van desde la discusión en clase, que son propios para clases poco numerosas, necesita tiempo y pretende la estimulación y la participación del alumno. La discusión por grupos, que pueden ser útiles para clases no muy numerosas, los estudiantes participan y parece más efectivo para la enseñanza de los niveles cognitivo y afectivo. La ‘Enseñanza a la par’ que requiere cuidadosa planificación y monitores especializados, utiliza las diferencias de aprendizaje de los alumnos y pretende la estimulación y la participación de

los alumnos. El método de los ‘Proyectos de grupo’ requiere una adecuada planificación de las técnicas de evaluación, útil para los niveles más altos de aprendizaje y estimula la participación del alumno.

*j) Métodos centrados en la experiencia* o acción o en la realización de actividades experienciales comprende aquellos procedimientos o métodos de ‘Especialidad o clínicos’ que se llevan a cabo en escenarios reales durante la formación, los estudiantes están activos y el seguimiento y la evaluación pueden ser difíciles. Métodos de ‘Laboratorio’ en que se requiere una meticulosa planificación y evaluación cuidadosa. Los alumnos realizan actividades en escenarios realistas. Procedimientos de ‘Representación’ que resulta eficaz en los dominios afectivo y psicomotor, conlleva experiencias seguras y participación activa del alumno. ‘Simulaciones y juegos’ implican la práctica en técnicas específicas, pueden producir ansiedad a algunos y supone la participación activa del alumno. El ‘Entrenamiento’ es apropiado en los niveles bajos, promueve la práctica activa, puede no ser motivador para algunos alumnos.

*k) Los métodos centrados en el profesor* son muy variados: *Conferencias* en las que los estudiantes están pasivos, puede resultar más eficaz para los niveles más bajos y para clases numerosas. *Cuestionario*: en el que se controla el aprendizaje del estudiante, estimula la participación del alumno y puede causar ansiedad. *Demonstración*: ilustra la aplicación de una técnica o concepto y los alumnos están pasivos.

### **2.7.3.- Tipología de métodos según criterios de origen, función y evolución.**

*a) Atendiendo a su origen, fundamentación y contenido*, Gimeno clasifica los *modelos didácticos en explicativos* o modelos de análisis (formales, psicológicos y estructurales), y *modelos de intervención*, cuya finalidad es estructurar la acción (tecnológicos de diseño curricular). Su aportación es la propuesta de un modelo comprensivo que haga la síntesis entre el análisis de la enseñanza y prescripción de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

*b) Escudero establece dos tipologías de modelos: la una por su función*, que son modelos de ciencia básica y modelos de ciencia aplicada. *La segunda tipología, siguiendo los trabajos de Max Black (1967) distingue cuatro tipos*: 1) escala que constituyen simulacros de objetos reales o imaginarios que conservan proporciones relativas del original. 2) Analógicos, suponen la reproducción, mediante un cambio de medio, de la

estructura o configuración de relaciones de un original. 3) matemáticos expresan tipos de funciones supuestas entre ciertas variables de un fenómeno. 4) Teóricos consisten en la utilización del conocimiento ya establecido en un área determinada para la formalización de un nuevo campo.

c) *González Soto et al. (1995) aporta una amplia clasificación de tipo histórico*, en la que incluyen todas las formas de hacer y entender la enseñanza, desde la espontánea: 1) Modelos precientíficos. 2) Modelos de sistematización científica (desde Herbart, s. XIX). 3) Modelos de aplicación científica (Escuela Nueva). 4) Modelos actuales: instructivos, de enseñanza no formal, interactivos y curriculares.

d) *Estebaranz (2001) relaciona los modelos teóricos y prácticos*, los modelos se especializan por el objeto que representan, casi siempre parcial, y por la función que desempeñan. Se clasifican en tres grupos: tecnológicos, interpretativos y críticos.

e) *Desde la configuración del modelo y su proceso de formación Medina et al. (1990) establece los siguientes modelos*: 1) el modelo socrático, la mayéutica, como forma de comunicación y diálogo entre docente y discente. Platón escribe sus Diálogos siguiendo este método. 2) El *modelo activo-situado* es una reacción frente al protagonismo del docente y de la materia; está ligado a la Escuela Nueva y al enfoque del aprendizaje situado como la generación del impulso de cada estudiante, como protagonista del aprendizaje, como ser libre y autónomo frente al énfasis de la materia en el modelo clásico anterior. 3) El *colaborativo*, de superación y complementariedad de los anteriores.

f) *Stern y Huber (1997) destacan un modelo de la autonomía del estudiante*, debe adoptar las decisiones y tareas que mejor se adecúen, se hace preciso aprovechar el contexto, especialmente las experiencias y las actividades extraescolares.

g) *El modelo de aprendizaje para el dominio está ligado a Carroll (1963)*, en este modelo se establece que el aprendizaje está en función del aprovechamiento que cada persona hace de su tiempo. El tiempo activo es el tiempo de la tarea, si se hace concentrado será en el menor tiempo real. Según Bloom (1976), el aprendizaje para el dominio está en función de las características de cada estudiante, la enseñanza-presentación, la información-refuerzo y los resultados alcanzados, además de su interrelación. La biografía cognitiva, la comprensión verbal, el estilo de aprendizaje y las variables afectivas son muy importantes para el aprendizaje del discente. A medida que va

superando las tareas la valoración de sí mismo será cada vez más positiva. Las actividades instructivas son las tareas de aprendizaje. Mediante las tareas es como el docente debe ir guiando al estudiante para que logre las competencias deseadas.

*h) El modelo comunicativo-interactivo fue diseñado por Cazden y Titone en 1986. Parten de la hipótesis de que el modelo debe adaptarse a la realidad. Cazden (1986) dice que la comunicación en el aula ha de afectar al análisis de las estructuras de participación, el estudio comprensivo de la lección, el proceso y planteamiento de las demandas de los estudiantes y las preguntas de los docentes y respuestas de los discentes. De esta forma el registro de actuaciones en el aula sería algo similar a lo siguiente:*

**Cuadro 4: Actuaciones docente-estudiante**

<b>DOCENTE</b>	<b>ESTUDIANTE</b>
<b>Inicio y control del discurso.</b>	Actuación y respuesta.
<b>Vocabulario que emplea.</b>	Respuesta y nivel de comprensión.
<b>Entonación y ritmo.</b>	Aceptación o rechazo.
<b>Indicadores y claves de expresión.</b>	Modos propios de comunicarse.
<b>Estados de ánimo.</b>	Estados de ánimo
<b>Expresión cinética.</b>	Dominio y situación espacial.

Fuente: Elaboración propia a partir de Cazden (1986) y Titone(1986)

Estas acciones son un reflejo de lo que puede suceder en el aula, representan las diferentes interacciones en el acto didáctico, en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la clase.

Titone (1986) diseñó una estrategia de fases sucesivas y diversas para identificar las acciones del profesor al comunicarse en la clase: 1ª) Fase de actuación: centrada en el docente. Contiene dos subfases: la primera de orientación global, en la que motiva a los alumnos, explica el tema y corrige. La segunda de síntesis operativa en la que hace repetir a un grupo o un estudiante, después hace repetir dramatizando a todos, a un grupo o a uno individualmente. 2ª) Fase de ejercitación que se divide en dos tareas: en la

primera se invita y estimula a los estudiantes a desarrollar las tareas mediante la ejecución insegura y fluida. La segunda es la corrección de tareas, ya sea una recuperación inmediata o lenta. 3ª) La fase de control plantea una prueba global o evaluación mediante la ejecución de una serie de tareas con dificultad o sin ella. El autor resume así muy esquemáticamente las acciones que realizan los docentes en el aula, a esto se deben añadir una serie de reflexiones acerca de cada fase de forma interpretativa a la hora de tomar decisiones.

*i) El modelo contextual* trata de resaltar el valor de los mensajes, la interpretación de los discursos de los docentes y el significado simbólico de todas las acciones interactivas realizadas en la clase. El docente ha de enfrentarse a la multiculturalidad sabiendo que tiene una propia identidad cultural, por tanto debe conocer las otras culturas, tener una gran apertura y tolerancia. Este modelo busca completar el modelo socio-comunicativo dando importancia al medio como escenario en el que los seres humanos se desarrollan. Supone que la función de las escuelas es suministrar un ecosistema cultural. La vida en el aula y la relación entre los participantes son la base de la comunicación, se debe tener en cuenta a la hora de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje las reacciones en la totalidad de los participantes, se deben interpretar en su globalidad.

Este modelo está ligado a los procesos de globalización y a los marcos ecológicos de desarrollo sostenible. La mejora cultural y el apoyo interactivo de todos inciden en la transformación del centro educativo y del aula. El docente ha de diseñar el modelo ecológico-integral de forma que se relacionen con ecosistemas más amplios en los que interviene mediante la proyección en el aula como microsistema interactivo y de avance permanente de la comunidad en su globalidad.

*j) El modelo colaborativo* es la representación de la enseñanza como una práctica colegiada o en equipo, como función compartida en la que el profesorado y los estudiantes son protagonistas. Esta colaboración se basa en la vivencia común del proceso de enseñanza y aprendizaje. El proceso de colaboración está en el discurso compartido, la existencia de un liderazgo participativo, la cultura cooperativa envolvente y el sistema de relaciones que debemos desarrollar. Todo esto se apoya en las tareas y actividades de naturaleza seriamente compartidas. Este modelo urge en el docente y en los estudiantes la corresponsabilidad con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las tareas son las formas de interacción y los proyectos formativos las bases de la cultura de colaboración.

*k) El modelo estructural* de Frank plantea un conjunto sistémico de los elementos de la enseñanza en compleja interrelación. Estructura la enseñanza y aprendizaje con base a seis componentes: 1) Objetivos o contenido. 2) Socioestructura que es el conjunto de influencias surgidas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. 3) Psicoestructura que se refiere al estado inicial del alumno, el sistema de comunicación elegido para la instrucción y las funciones psicológicas de los estudiantes. 4) Los medios o fuentes inmediatas de información para el alumno. 5) La materia o los contenidos de la enseñanza. 6) El algoritmo o método que se refiere a las reglas que rigen lo que se debe hacer y cómo hacerlo. En este modelo no sólo es importante qué vas a enseñar sino también tener un amplio conocimiento del alumno para definir cómo y con qué medios enseñarle.

*Una variante del modelo estructural* es el de Gimeno Sacristán que lo define como una estructura sistémica compuesta por seis elementos: objetivos didácticos, contenidos, medios, relaciones de comunicación, organización y evaluación. Las relaciones de comunicación son el medio por el que interaccionan los demás elementos. El profesor y el método están incluidos en el componente de relaciones de comunicación. Cada componente adquirirá mayor o menor importancia dependiendo de las decisiones del profesor o equipo de docentes.

#### **2.7.4.- Otras formas metodológicas globales. Según Marqués (2001):**

*1ª) La clase magistral expositiva o modelo didáctico expositivo.* Antes de la existencia de la imprenta (s. XV) y de la difusión masiva de los libros, cuando solamente unos pocos accedían a la cultura, el profesor (en la universidad o como tutor de familia) era prácticamente el único proveedor de información que tenían los estudiantes, junto con las bibliotecas universitarias y monacales. La clase magistral era la técnica de enseñanza más común. La enseñanza estaba centrada en el profesor y el aprendizaje buscaba la memorización del saber que transmitía el maestro de manera sistemática, estructurada, didáctica...

*2ª) La clase magistral y el libro de texto o el modelo didáctico instructivo.* A medida que el libro se difundía, se crearon nuevas bibliotecas, la cultura se expande entre las diversas capas sociales y los libros hacen acto de presencia en las aulas. No obstante, el profesor seguía siendo el máximo depositario de la información que debían conocer los alumnos y su memorización por parte de éstos seguía considerándose necesaria, a pesar de que diversos pensadores sobre temas pedagógicos (Comenius, Rous-



seau...) defendían ideas distintas. El libro de texto complementaba las explicaciones magistrales del profesor y a veces sugería ejercicios a realizar para reforzar los aprendizajes. El profesor era un instructor y la enseñanza estaba ahora centrada en los contenidos que el alumno debía memorizar y aplicar para contestar preguntas y realizar ejercicios que le ayudarán a asimilar los contenidos.

3ª) *La escuela activa o modelo didáctico del alumno activo.* A principios del siglo XX y con la progresiva "democratización del saber" iniciada el siglo XIX (enseñanza básica para todos, fácil acceso y adquisición de materiales impresos) surge la idea de la "escuela activa" (Dewey, Freinet, Montessori). El alumno no debe estar pasivo recibiendo y memorizando la información que le proporcionan el profesor y el libro de texto; la enseñanza ha de proporcionar entornos de aprendizaje ricos en recursos educativos (información bien estructurada, actividades adecuadas y significativas) en los que los estudiantes puedan desarrollar proyectos y actividades que les permitan descubrir el conocimiento, aplicarlo en situaciones prácticas y desarrollar todas sus capacidades (experimentación, descubrimiento, creatividad, iniciativa). La enseñanza se centra en la actividad del alumno, que a menudo debe ampliar y reestructurar sus conocimientos para poder hacer frente a las problemáticas que se le presentan. A pesar de diversas reformas en los planes de estudios, durante el siglo XX esta concepción coexistió con el modelo memorístico anterior basado en la clase magistral del profesor y el estudio del libro de texto, complementado todo ello con la realización de ejercicios de aplicación generalmente rutinarios y repetitivos.

4ª) *La enseñanza abierta y colaborativa o el modelo didáctico colaborativo.* A finales del siglo XX la convergencia de cambios sociales, los avances tecnológicos y la instalación firme de los procesos de la globalización económica y cultural configuran una nueva sociedad, la 'sociedad de la información' o si se prefiere la 'sociedad del conocimiento'. En este marco, con el acceso cada vez más generalizado de los ciudadanos a los "mass media" e Internet, proveedores de todo tipo de información, y pudiendo disponer de unos versátiles instrumentos para realizar el procesamiento de información (los ordenadores), se va abriendo paso un nuevo currículum básico para los ciudadanos y un nuevo paradigma de la enseñanza: "la enseñanza abierta".

En este nuevo paradigma, heredero de la escuela activa, cambian los roles del profesor, que reduce su papel como transmisor de información: presenta y contextualiza los temas, acentúa los aspectos importantes o de difícil comprensión, destaca sus aplica-



ciones, motiva a los alumnos hacia su estudio. Se revaloriza el papel del aprendizaje de los estudiantes que acceden fácilmente a cualquier clase de información, de manera que el rol del docente se reduce a ser el orientador de sus aprendizajes, asesor de los recursos educativos más adecuados para cada situación y organizador de entornos de aprendizaje, como tutor o consultor.

El rol del profesor en este contexto se aproxima al de un mediador del aprendizaje de los alumnos, cuyos rasgos fundamentales son:

- Es un experto que domina los contenidos, planifica con flexibilidad.
- Establece metas: perseverancia, hábitos de estudio, autoestima, metacognición, siendo su principal objetivo construir habilidades para lograr su plena autonomía.
- Regula los aprendizajes, favorece y evalúa los progresos; su tarea principal es organizar el contexto en el que se ha de desarrollar el sujeto. La individualización, el tratamiento de la diversidad (estilos cognitivos, ritmo personal de aprendizaje, conocimientos previos...), son aspectos esenciales de una buena docencia, y se suele realizar mediante:
  - Adecuaciones metodológicas a los objetivos y contenidos, a las secuencias instructivas, al ritmo de trabajo y a los recursos.
  - Adecuaciones organizativas a los espacios, distribución del alumnado, agrupamientos, distribución de las tareas.
  - Fomenta el logro de aprendizajes significativos, transferibles...
  - Fomenta la búsqueda de la novedad: curiosidad intelectual, originalidad.
  - Potencia el sentimiento de capacidad: autoimagen, interés por alcanzar nuevas metas...
  - Enseña qué hacer, cómo, cuándo y por qué, ayuda a controlar la impulsividad.
  - Comparte las experiencias de aprendizaje con los alumnos: discusión reflexiva, fomento de la empatía del grupo.
  - Atiende las diferencias individuales.

- Desarrolla en los alumnos actitudes positivas: valores y los alumnos trabajan colaborativamente entre ellos y también con el profesor. El objetivo es construir conocimiento.

### **2.7.5.- Síntesis de los métodos de la didáctica.**

Teniendo en cuenta la elaboración que se ha hecho sobre los diferentes métodos de la didáctica, sobresalen dos aspectos de importancia: la enorme variedad y pluralidad sobre metodología didáctica, con que se cuenta en la actualidad y en segundo término sobresale asimismo la acumulación de cambios que se han producido en los últimos 150 años. Tal pluralidad y variabilidad pueden ser indicativas de la virtualidad del campo de estudio, que en último término es la compleja acción humana, siempre difícil de explicar y comprender. *A priori* no tienen por qué ser valoradas como positivas o negativas ya que esta valoración ha de elaborarse analizando las largas, contrastadas y rigurosas investigaciones, en que se apoyan. Dentro de la didáctica, el objeto de estudio son los procesos de enseñanza y aprendizaje, que pueden desarrollarse según los diferentes métodos enunciados anteriormente, después estos métodos se plasman según las estrategias didácticas.

Sin embargo, los términos se deben precisar aún más, las diferencias entre método, técnica y estrategia son sutiles. Método equivale a orden en cuanto procedimiento, es una secuencia explicable de modo racional y cuya aplicación es muy general. El método se concreta en tareas, actividades, estrategias de enseñanza y aprendizaje y mediante las técnicas. La estrategia es una secuencia de actividades concretas que el profesor decide como pauta de intervención en el aula. Una estrategia se convierte en un método cuando se da un alto nivel de rigor en sus planteamientos, una experimentación previa, una difusión generalizable a un ámbito la actividad y adquiere una formalización suficiente. La técnica puede ser el instrumento mediante el cual el procedimiento metodológico alcanza a lo concreto, un modo concreto de hacer o en este caso de enseñar.

Respecto de la variedad y pluralidad metodológica se ha de decidir en cada caso cuál sea el mejor procedimiento a seguir, según una serie de circunstancias contextuales, personales, profesionales, científicas, etc., etc.. Un método puede ser útil para enseñar determinadas asignaturas y a unas edades determinadas, que en otras circunstancias no sería pertinente. Esta perspectiva global es la que justifica la elaboración de los modelos didácticos.

El método conduce a un fin, por tanto debe tener claro la finalidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, que se deriva de la idea de persona que tiene y de las exigencias que plantee la sociedad. El método es consecuencia de la finalidad a la que el docente quiere llegar. Debe ser coherente en todo momento.

Como hemos dicho anteriormente, el método también debe adecuarse a la persona o personas a los que va dirigido, a los estudiantes. Debe tener en cuenta sus intereses, capacidades y necesidades. Debe atender en consecuencia a la psicología del desarrollo y del aprendizaje. El enfoque cognitivo es actualmente el que tiene mayor aceptación en la enseñanza. De este enfoque se derivan algunas consideraciones de interés:

1ª) Debe partir del nivel de desarrollo cognitivo del alumno. El docente debe saber dónde está el alumno. Conocer el perfil de desarrollo medio referido a esa edad. Identificar las experiencias previas y los conocimientos que a priori condicionarán el aprendizaje de los nuevos contenidos. Evaluar el conocimiento del estudiante, el conjunto de actuaciones y representaciones, de ideas y de disposiciones. También será importante promover aprendizajes significativos, que los alumnos sean capaces de establecer relaciones entre los nuevos contenidos y los previos.

2ª) También el docente debe ajustar su método adecuándolo al contenido, cada disciplina tiene su estructura interna de contenidos y su modo de aprender propio. El docente debe ayudar a los estudiantes en el proceso de construir el conocimiento de la realidad. Debe elaborar un contenido potencialmente significativo para favorecer el aprendizaje. Estos materiales han de ordenarse de lo más general a lo más específico, se parte de los conceptos previos, ha de presentar las relaciones entre los conceptos anteriores y posteriores y recabar el apoyo de los ejemplos concretos.

3ª) El método ha de adecuarse al contexto: conocer el entorno cultural y familiar de los estudiantes, puesto que del contexto depende en parte la construcción de la inteligencia de los alumnos. La familia ofrece modelos de conducta, condiciona la integración en el mundo, la comprensión de las relaciones humanas y repercute en el desarrollo de unas conductas.

En síntesis, la adecuación al contexto implica la inclusión de contenidos sociales y su aprendizaje socializado, en colaboración con otros. De aquí se deriva que el docente debe conocer las características del contexto de los alumnos, buscar contenidos y seleccionar estímulos ambientales en función de las peculiaridades del entorno del estu-

diente y compensar las deficiencias originadas en el entorno social y familiar en el que vive. El método se puede dividir de forma analítica en partes, debe adecuarse a una serie de realidades que conforman el acto didáctico y debe buscar una serie de estrategias que consigan el mayor aprendizaje posible y un aprendizaje significativo.

## **2.8.- Estrategias didácticas: fases y tipos**

Las estrategias didácticas son estructuras de actividad en las que se hacen reales los objetivos y los contenidos previamente definidos en el currículum a largo plazo o por el docente a corto plazo. Estas se encuentran anejas a la función del profesor, que ha de tener las habilidades convenientes, en virtud de las cuales vincule a los estudiantes con los contenidos. Existen tanto estrategias didácticas como estrategias de aprendizaje, de hecho las primeras buscan desarrollar las segundas en los alumnos. En las estrategias o habilidades referidas al profesor se pueden establecer fases, en cada una de las cuales el docente ha de tomar decisiones y adoptar determinadas reglas o instrucciones para alcanzar el objetivo buscado.

El profesor ha de preparar el ambiente para el aprendizaje, en el que pueden distinguirse dos dimensiones: la objetiva que se refiere al contexto o espacio físico destinado, entre otras posibles funciones, a la del aprendizaje y la subjetiva que reclama para el aprendizaje un ámbito en la que se da la influencia profesor-alumnos y una zona marginal en la que tiene por qué existir dicha influencia.

En la búsqueda de este objetivo, en *una primera fase*, se pueden seguir las diferentes estrategias o instrucciones por parte del profesor: 1) Moverse por la clase. 2) Dirigirse a los alumnos de la zona marginal. 3) Cambiar de sitio periódicamente a los alumnos, en Estados Unidos es habitual en clases pequeñas cambiar los sitios durante una hora varias veces. 4) Sugerir a los que están situados en la parte trasera de la clase que se venga hacia delante. 5) Emplear como indicador de autoestima la elección de puesto. 6) Sorprender a los alumnos mediante algún artilugio.

*La segunda fase* puede consistir en la información de los objetivos, los alumnos deben conocer cuáles son y cómo se van a explicar. Para esto se pueden emplear las estrategias que describo a continuación: 1) Exposición de los objetivos con lenguaje y vocabulario comprensible por parte del alumno. 2) Informar sobre el procedimiento a seguir para alcanzar los mencionados objetivos. 3) Relacionar unos objetivos con otros vistos

anteriormente. 4) Emplear ejemplos e información redundante para aclarar los conceptos, los ejemplos cuanto más cercanos a su contexto sean, mayor conexión se producirá entre docente y discente. 5) Presentar trabajos anteriores de diferente calidad y analizar los errores y aciertos cometidos para que se eviten los fallos y aumenten los aciertos.

*La tercera fase* consistiría en atraer la atención de los alumnos, por parte del profesor, centrándola en el objetivo que pretende el profesor. Es una observación fácil y diaria que este asunto resulta cada vez más complicado, surgen muchos alumnos con déficit de atención, hiperactividad u otras dificultades de cara prestar y mantener la atención en lo que se está haciendo o explicando. En ayuda de este objetivo pueden ser de utilidad algunas de las estrategias que se proponen: 1) Utilizar el humor como estímulo para despertar la atención. 2) Plantear los contenidos como una novedad. 3) Hacer uso de las referencias personales. 4) Utilizar los recursos didácticos e instrumentos disponibles en las TIC. 5) Emplear el recurso de la voz.

*La cuarta fase* se puede centrar en las maneras de presentar la información, que pueden convertirse en eficaces estrategias para mejorar las tareas de aprendizaje. Se incluyen tres tipos de estrategias generales: 1) Frente al memorismo se debe buscar el conocimiento que relaciona, estructura y organiza; es decir hacer uso del aprendizaje significativo, con una frecuente apelación a ejemplos concretos que muestren la utilidad de lo que se está aprendiendo. 2) Impedir la pérdida de información de los mensajes, para esto es importante establecer una conexión lógica y familiar para el estudiante entre los mensajes, además la información debe ser presentada mediante mensajes breves. 3) Buscar de forma ordenada y breve la comprensión más alta posible del mensaje, se pueden emplear para ello los lenguajes verbales, práxico (gestos, movimientos...) e icónico (imágenes, objetos reales). Estos dos últimos son muy importantes porque cada vez se nota más que los estudiantes están sumergidos en la realidad de la cultura actual en la que se integra la imagen como artificio de la comunicación por excelencia.

*En la quinta fase* se procederá a la organización de los recursos que han de utilizarse para unir la realidad con los términos y conceptos que empleamos en el aula. Características relevantes de esta fase procesual podrían ser las: 1) Suponen una novedad. 2) Motivan, en cuanto que sacan a los estudiantes de la monotonía. 3) Permiten la estructuración imaginativa de la realidad. 4) Ayudan en la configuración de las operaciones mentales. 5) Promueven la actividad del alumno. 6) Puede ser utilidad para la transmisión de valores.

Por último, *la sexta fase* se puede enunciar como el desarrollo de las relaciones de comunicación. Es conveniente unir la dimensión comunicativa con la informativa. Por eso, la exposición pura debe compensarse con el diálogo y la enseñanza recíproca.

### **2.8.1.- Tipos significativos: estrategias docentes.**

Dentro del amplio abanico de estrategias didácticas, el profesor varía gradualmente el control o la intervención en la clase. Se denominan *estrategias docentes o de enseñanza* aquellas que llevan aneja la intervención directa del docente. Según el enfoque cognitivo, se pueden establecer estrategias en las que el profesor sea el centro de atención aunque no único. A continuación se presentan algunas modalidades más interesantes de las estrategias docentes:

a) *Enseñanza directa o explícita*. Es el estilo en el que se basa el método tradicional, hay mucha exposición y poca intervención del alumno. Por tanto, el aprendizaje del alumno está supeditado a la claridad y brillantez de la exposición del docente y de los materiales de apoyo. “*En la enseñanza directa, el profesor, de un modo razonablemente formal y cara a cara, dice, muestra, describe, demuestra y enseña los conocimientos, las competencias, habilidades y destrezas que hay que aprender*”(Baumann, 1990:135). Esta técnica incluye estos componentes: 1) Enseñanza paso a paso, de acuerdo con las necesidades del alumno. 2) Demostraciones y ejemplos. 3) Comprobación de la comprensión mediante preguntas del profesor a los alumnos o dudas formuladas de los alumnos al profesor, corrección de errores y refuerzo del aprendizaje. 4) Práctica sistemática. 5) Dominio de cada paso por el alumno. 6) Realización de tareas por parte del alumno sin ayuda del profesor. 7) Revisión de dichas tareas, corrección de los errores y resolución de dudas. 8) Evaluación mediante tests criterios.

Este estilo de enseñanza es bueno para niveles bajos de educación, no pide al alumno un gran soporte de conocimientos previo para entender los conceptos que va a impartir el profesor. Es fácil y rápido de entender. Es bueno para la repetición de modelos o procedimientos. Sin embargo, tiene como desventajas que es un aprendizaje un poco memorístico y teórico, es difícil pasar del caso didáctico a la realidad.

b) *Enseñanza recíproca*. En esta enseñanza el énfasis se pone en la comunicación y en el flujo de información entre profesor y alumno. A veces este estilo de enseñanza se puede dar entre dos alumnos, uno que haría de profesor y otro de alumno, en cuyo caso el alumno-profesor debe haber interiorizado bien los conceptos que va a explicar. Se

encuentra en la zona de desarrollo próximo. A veces este estilo se puede centrar tanto en las cuestiones, yendo de pregunta en pregunta hasta que se pierde la realidad que nos ha servido de referencia para proponer el caso o problema o concepto que queríamos explicar. Por tanto, resulta útil hacer referencias a la realidad de forma reiterada. Se emplean dos procedimientos: 1) *La discusión entre profesor y alumno* o alumnos que ayuda a articular el problema de aprendizaje y a resolverlo. El objetivo es guiar al alumno en la consecución de metas que no podría llegar sin esta ayuda. 2) La guía del razonamiento es similar al anterior, consiste en *plantear interrogantes a los alumnos*, de esta forma va construyendo relaciones lógicas entre los conceptos ya aprendidos y la nueva información a adquirir.

c) *Enseñanza expositiva*. Las estrategias relacionadas con el profesor más directamente son las expositivas, éstas son las que se aplican en el método tradicional o “exposición magistral”. Esta visión de la enseñanza es criticada por muchos autores, sin embargo se ha comprobado que es compatible con el aprendizaje significativo. En las teorías cognitivas se ha resaltado la importancia de este aprendizaje en el plano verbal. Para esto se han desarrollado una serie de técnicas que de ningún modo pueden vincularse a la lección tradicional únicamente y que se exponen en el cuatro siguiente:

**Cuadro 5: Técnicas de la enseñanza expositiva**

<b>Técnica</b>	<b>Explicación</b>	<b>Detalles</b>
<b>Resumen</b>	Sintetizar lo importante del contenido.	Se debe realizar al final de la exposición o de una parte.  Permite captar relaciones entre elementos.
<b>Repetición</b>	Exponer de nuevo un contenido en el transcurso de una exposición o al final.	Repetir poco.  Repetir sólo lo fundamental.  Repetir cuando no se ha entendido.  Utilizar la misma forma lingüística.  Hacer intervenir al alumno.
<b>Focalización</b>	Llamar la atención sobre algunos contenidos.	Verbalmente, por frases específicas y variaciones de ritmo, tono e intensidad.

dos por ser esenciales o difíciles.		Gestualmente. Gráficamente.
<b>Clarificación</b>	Trata de que se entienda perfectamente el lenguaje y el contenido de forma detallada.	Verbalmente, por anécdotas o hechos reales. De forma práctica por la observación de fenómenos o experimentos. Instrumentales, por recursos didácticos materiales.
<b>Preguntas</b>	La realización por parte del profesor de cuestiones a los alumnos.	Memorística (recordar contenidos). Aplicativa (conectar teoría y práctica). Demostrativa (dar razones). Clarificadora (aplicar contenidos). Disciplinaria (llamar la atención). Estimulante (motivar). Focalizadora (hacer hincapié).

Fuente: Elaboración a partir de Gallego Ortega y Salvador Mata (2002).

*d) Las preguntas en clase.* En el caso de las preguntas me parece que vale la pena detenerse por ser un recurso útil de empleo habitual en las clases. El docente puede formular preguntas pero debe esperar determinadas respuestas, las preguntas pueden ser abiertas si se da cierta libertad al alumno para que elabore la respuesta mediante sus propias palabras o cerradas en las que se espera una respuesta concreta, una palabra o una definición. Al éxito de esta técnica concurren varios factores que inciden en su eficacia, en el caso de que el nivel de dificultad de las preguntas se adecue al contenido y al nivel cognitivo de los alumnos y al nivel que buscamos conseguir. Se ofrece un cuadro resumen a continuación, mencionado especialmente las normas que han de observarse a favor de la eficacia.



**Cuadro 6: Técnicas de las preguntas**

<b>Factor a tener en cuenta</b>	<b>Normas a observarse</b>
<b>1)Adecuarse al nivel cognitivo de los alumnos</b>	<p>Formular preguntas diferentes en función de la capacidad del alumno.</p> <p>Si el aprendizaje buscado es de destrezas básicas, las preguntas deben ser frecuentes y fáciles. Si buscamos un nivel cognitivo complejo, las preguntas serán más difíciles.</p> <p>La mayoría de las preguntas deben ser fáciles, esto motiva a la mayoría de alumnos a participar.</p>
<b>2)Adecuarse al contenido</b>	<p>Que no sugiera la respuesta.</p> <p>Que no implique optar entre dos soluciones.</p> <p>Que se refiera a ideas básicas.</p> <p>Que no se refiera a varios contenidos.</p>
<b>3) En relación con su presentación</b>	<p>Enunciarla con claridad y concisión.</p> <p>Dirigirla a todos los alumnos y luego indicar quién puede responder.</p> <p>Dejar tiempo para comprender la pregunta y elaborar la respuesta.</p> <p>No insistir con el alumno que no sabe responder.</p> <p>Adaptar el tono de voz que inspire confianza.</p>

Fuente: Elaboración a partir de Gallego Ortega y Salvador Mata (2002).

*e) Objetivos perseguidos:* con estas técnicas se pueden conseguir diversos objetivos referidos al contenido y referidos al alumno.

*e.1.)Objetivos referidos al contenido:* Entre los objetivos referidos al contenido pue-

den destacarse los siguientes: 1) Proporcionar información sobre un tema. 2) Sintetizar información. 3) Situar la información en su contexto científico. 4) Presentar métodos de indagación. 5) Indicar fuentes de información. 6) Presentar información actualizada. 7) Hacer síntesis o recapitulaciones a lo largo de la unidad didáctica.

*e.2) Objetivos referidos al estudiante.* Entre los objetivos referidos al alumno pueden destacarse los siguientes: 1) Estimular el interés sobre un tema y por el trabajo individual. 2) Hacer accesible el conocimiento de temas complejos. 3) Ahorrar tiempo y esfuerzo de aprendizaje. 4) Reforzar el aprendizaje. 5) Fomentar el desarrollo lingüístico.

**2.8.2.- Estrategias referidas al alumno.** En las estrategias referidas al alumno no se prescinde del todo de la acción del profesor. En los modelos cognitivos se ha diseñado dos tipos de estrategias al respecto: cognitivas y metacognitivas. *Las estrategias cognitivas* consisten en un conjunto de procesos que facilitan la realización de tareas intelectuales. Las estrategias metacognitivas aún siendo cognitivas como las primeras, difieren porque se sitúan en un nivel superior de la actividad cognitiva. Es un conocimiento sobre el conocimiento. Esta estrategia consiste en pensar en los pasos dados en la resolución de un problema. Esto mejora el conocimiento y facilita su empleo. En este enfoque se han desarrollado diferentes modalidades, entre las que destacan las siguientes:

*a) Resolución de problemas.* Es un procedimiento en el que un problema definido sirve de base para orientar el proceso de aprendizaje de los alumnos. Se utiliza como punto de partida del proceso didáctico un problema similar al que el estudiante podrá encontrarse en la realidad, lo que permite “activar” los conocimientos previos de los estudiantes (explicitar lo que saben y lo que no para resolverlo) y detectar sus propias necesidades de aprendizaje. Además, permite integrar conocimientos de diferentes áreas y facilita la comprensión global de las situaciones y el mantenimiento del recuerdo. Se estructura en varias fases. El dominio de este recurso estratégico facilita al alumno el trabajo autónomo y presenta las siguientes características:

1ª) Como punto de partida se considera que es condición del aprendizaje que el estudiante se responsabilice de él. El método instala al estudiante en el centro del aprendizaje y el profesor se coloca estratégicamente en la periferia, desde donde aporta el apoyo y la ayuda apropiados. La misión del educador es proporcionar las mejores condiciones para que el estudiante culmine con éxito su tarea.

2ª) Es un procedimiento basado en fundamentos teóricos en los que la actividad de aprender supone que un estudiante se compromete activamente en la construcción de sus conocimientos y que durante el aprendizaje aplica los conocimientos previos.

3ª) Utiliza estrategias de motivación intrínseca. El deseo de aprender es propio del alumno, ya que éste se siente estimulado a buscar conocimientos por sí solo.

4ª) Organiza el currículo alrededor de problemas holísticos que generan en los estudiantes aprendizajes integrados y con más posibilidades de ser transferidos.

5ª) La mayor parte de la formación tiene lugar en el contexto de pequeños grupos (más que en sesiones de clases expositivas).

6ª) Acentúa el objetivo de promover las habilidades necesarias para el aprendizaje durante toda la vida.

*b) Autoinstrucción.* El alumno se dice a sí mismo cómo debe actuar. Esto provocará en el alumno una mayor autonomía. Se pueden diferenciar dos niveles de actuación: global o independiente de la tarea y específico o dependiente de la tarea. Desarrolla la toma de decisiones del alumno frente a un problema. El papel del profesor consiste en dar ciertas orientaciones a la hora de afrontar el problema.

*c) Autogestión del aprendizaje* consiste en hacer que el sujeto controle su conducta de aprendizaje. Se diferencian el autocontrol, la autoevaluación y el autorrefuerzo derivado del resultado de la evaluación anterior. El profesor debe definir claramente la respuesta esperada, aporta recursos para el autocontrol y supervisa la calidad de los informes de los alumnos.

*d) Pensamiento en voz alta.* El alumno aprende a describir verbalmente los procesos mentales implicados en la resolución de problemas. El profesor hace antes una demostración. Es efectiva para mejorar la actuación del alumno ante los problemas.

*e) Microestrategias.* Existen diversos estudios que han mostrado unas microestrategias que se pueden describir como fases del método de estudio. Estos recursos pueden agruparse en tres categorías: 1) Estrategias para obtener y elaborar información como el plan de trabajo, lecturas y procedimientos de escucha. 2) Estrategias para fijar y retener la información. 3) Estrategias para reproducir o exponer la información.

**2.8.3.- Estrategias referidas al contenido.** Aparte de las estrategias referidas al alumno y al profesor, existen las referidas al contenido. Consisten en actividades de in-

roducción o motivación, de conocimientos previos, de desarrollo, de síntesis-resumen, de consolidación, de refuerzo y de ampliación. La finalidad de este tipo de estrategias consiste en la organización del contenido, su presentación y la estructuración de los materiales curriculares. Se pueden mencionar como técnicas de especial significación el esquema conceptual, redes semánticas y mapas cognitivos. También se pueden relacionar con el contenido, los procedimientos de enseñanza y las estrategias referidas a los estudiantes, puesto que todos son procedimientos que tienen efecto en la conducta. Se pueden establecer cuatro tipos principales.

**Cuadro 7 Procedimientos de enseñanza**

<b>Procedimiento de enseñanza</b>	<b>Definición</b>
<b>Inductivo</b>	Se trata de partir de la observación y experimentación para llegar por la abstracción a la generalización.
<b>Deductivo</b>	Se parte del concepto y se llega a comprobar la realidad.
<b>Analítico</b>	Dividir un concepto complejo en las partes que lo integran, para comprenderlo mejor.
<b>Sintético</b>	Se trata de resumir, concluir o definir un contenido.

Fuente: Elaboración a partir de Gallego Ortega y Salvador Mata (2002).

**2.8.4.- Estrategias referidas al contexto.** Las estrategias referidas al contexto son consecuencia, en su fundamento teórico, de adecuar el método al contexto. Los compañeros en el aula desempeñan un papel importante en los procesos de socialización y en los cognitivos. La dimensión social es el rasgo diferenciador. Caben diferentes modalidades:

*a) La tutoría entre compañeros:* aprendizaje asistido por el alumno, enseñanza mediada por el compañero y estrategia de compañeros asociados. Es muy cercano al de enseñanza recíproca tomando como profesor a un alumno aventajado, este alumno está bajo la supervisión del profesor.

*b) El aprendizaje en grupo cooperativo:* se trata de juntar a grupos de alumnos

de diferentes niveles cognitivos para realizar una tarea. El profesor debe estructurar la tarea y asignar una función a cada miembro. La meta es compartida y el éxito de cada uno de ellos depende del esfuerzo de los demás.

## **2.9.- A modo de conclusión.**

Como ya hemos insistido y como se infiere de la exposición correspondiente a este capítulo dedicado al estudio de la didáctica, el principio axial de la didáctica es la relación entre enseñanza y aprendizaje. Mallart (2001) hace un estudio de las distintas posibilidades teniendo en cuenta las conexiones que se pueden establecer según la presencia o ausencia de cada una de las partes:

Posibilidad 1: presencia de enseñanza y de aprendizaje. Se pueden dar dos situaciones: la enseñanza planificada y efectuada correctamente resulta la causante directa del aprendizaje; el segundo caso consiste en que, aunque se ha llevado bien el proceso de enseñanza, lo aprendido no ha sido fruto de ello (el profesor ha pretendido enseñar una cosa y el alumno ha aprendido otra).

Posibilidad 2: presencia de enseñanza y ausencia de aprendizaje. La ausencia de aprendizaje se puede deber a dos razones: que la enseñanza ha sido defectuosa, se ha desarrollado de manera desordenada, no se han usado los términos adecuados y no se ha provocado el aprendizaje deseado. La segunda razón puede provenir de la falta de capacidad, motivación, estímulo del alumno por aprender, por ejemplo el alumno que se distrae en clase y no atiende.

Posibilidad 3: ausencia de enseñanza y presencia de aprendizaje. Es el modelo de autoaprendizaje. No implica una falta total del binomio enseñanza - aprendizaje, requiere la existencia de un agente que facilite el material necesario para conseguir el aprendizaje buscado.

Posibilidad 4: ausencia de enseñanza y ausencia de aprendizaje: No es de interés puesto que no ha habido ni enseñanza ni aprendizaje.

Está claro que aunque se puedan dar estas cuatro posibilidades, lo que hemos tratado en este capítulo es de hacer hincapié en que hay que conseguir la presencia de la enseñanza que también condicionará la presencia o ausencia de aprendizaje. Se ha defendido a lo largo de nuestra exposición que la enseñanza dispone de unos procedimien-

tos investigados y verificados, es decir, los modos de impartir la disciplina no responden a acciones arbitrarias sino que el profesor sigue unas pautas que se han estudiado e investigado respecto del contexto, del contenido, del profesor, del estudiante y de los recursos posibles a emplear y se han hallado como procedimientos más eficientes entre la multitud de otras variables desechadas.

Desde los presupuestos precedentes ya expuestos se deduce asimismo que la disciplina que se dedica a estudiar los procedimientos de la enseñanza, la didáctica, tiene las condiciones que la avalan como un saber riguroso, dispone de procedimientos metodológicos específicos, cuenta con estudios por medio de experimentos y medidas, sus contenidos se muestran específicamente diferentes de los correspondientes a otros saberes, los objetivos pretendidos y sus características son reconocidas y definidas. En cuanto a la plural perspectiva de la didáctica, es muy variada por razón de que es una ciencia que tiene una relación directa con el ser humano, por tanto le afectan las plurales perspectivas que existen tanto respecto de la importancia de la idea de hombre, de su dignidad y del desarrollo que corresponde al ser humano.

La didáctica se fija en el acto didáctico, que es un acto esencialmente de comunicación y, en consecuencia, participa de los elementos que definen el acto comunicativo: un emisor, un receptor, un contenido y un contexto. Por tanto, la didáctica tendrá que estudiar al docente, al estudiante, el currículum y las interrelaciones que afectan este acto. Sin embargo, en este capítulo me he centrado más en la docencia, no tanto por olvido del estudiante y su aprendizaje sino por razones de orden y claridad conceptual puesto que es el asunto que se trata en el capítulo siguiente.

La didáctica estudia los contenidos, el currículum. Hoy día muchos autores identifican currículum con didáctica, en mi caso he querido separarlo por una cuestión de metodología analítica. El currículum se centra en los objetivos, procedimientos y actitudes, que debe ayudarse de una serie de actividades para conseguir todo esto. También de este aspecto del acto didáctico existen diferentes teorías. El currículum se imparte por medio de una metodología, fijándose en la historia se ve la pluralidad de opiniones acerca de la didáctica que han generado una diversidad enorme de métodos para enseñar y buscar el mayor aprendizaje posible.

Estos métodos deben combinarse a la hora de enseñar a un alumno porque todos tienen aspectos positivos y negativos. Una enseñanza que quisiera seguir un único mé-

todo difícilmente evitaría a alumnos deficiencias importantes para el futuro. Los métodos deben adecuarse a la finalidad que tiene el profesor, al nivel cognitivo de los alumnos, al contenido, al contexto y a los recursos materiales y humanos que tiene a su alcance. Estos métodos, a su vez, están conformados por una serie de herramientas por las que el docente imparte los contenidos a los estudiantes, éstas son las estrategias didácticas en las que se hacen reales la finalidad del docente por medio de técnicas y actividades. Estas estrategias pueden referirse al profesor, al alumno, al contexto y al contenido. En el capítulo siguiente, como ya he dicho me tengo que fijar en el aspecto del acto didáctico que he citado pero no abarcado ni mucho menos que es el estudiante, a partir del estudiante se puede uno fijar más dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje en esta segunda parte.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, D.W. y RYAN, K..A. (1969) *Microteaching*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- ARON, R.(1970) *Las etapas del pensamiento sociológico*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- AUSUBEL, D. et al. (1976) *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BAIN,K. (2005) *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Valencia: Universitat de Valencia.
- BAUMANN, J. (1990) *La comprensión lectora (cómo trabajar la idea principal en el aula)*. Madrid: Visor Distribuciones.
- BELTRÁN LLERA, J.A.(1993) *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- \_\_(2003) *Conferencia de Enseñar a aprender*. Conferencia de clausura del segundo congreso de EDUCARED.
- \_\_(2003) Estrategias de aprendizaje. *Revista de educación (Madrid)* 332, 55-73.
- BERNARDO CARRASCO, J. (2004) *Una didáctica para hoy. Cómo enseñar mejor*. Madrid: Rialp.
- BLACK, M. (1967) *Modelos y Metáforas*. Madrid: Tecnos.
- BLOOM, B.S. (1976) *Human characteristics and school learning*. New York : McGraw Hill.
- BOBBITT, F. (1918) *The curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- BRUNER, J. (1996) *The culture of education*. Cambridge, Mass.: Harvard university press.
- BÜHLER, K. (1985; 1934, 1ª). *Teoría del lenguaje*. Madrid: Alianza.

- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- CARROLL, J. (1963) A model for school learning. *Teacher College Record*. (New York) 64 (8). 723-733.
- CAZDEN, C.B. (1986) *Classroom discourse*. En WITTROCK, M. Handboobk of research on teaching. (392-431). New York: McMillan.
- CLAPARÉDE, E. (1931) *La educación funcional*. Madrid: Biblioteca Nueva, ed. 2008.
- CLARK, C. y PETERSON, P. (1990). *Procesos de pensamiento de los docentes*. En WITROCK,M. La investigación de la enseñanza. Barcelona: Paidós.
- COLOM CAÑELLAS, A. y NÚÑEZ CUBERO, L. (2001) *Teoría de la educación*. (253-289) Madrid: Síntesis.
- COMENIO, J.A. (1632) *Didáctica Magna*. Madrid: Reus. Tomado de GER, tomo VII (1972). Madrid: Rialp.
- DEWEY, J. (1927) *Filosofía de la educación: los valores educativos*. Madrid: la lectura.
- DÍAZ ALCARAZ, F.(2002) *Didáctica y currículo: un enfoque constructivista*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha.
- EGIDO GÁLVEZ, I. y otros (2007) El aprendizaje basado en problemas como innovación docente en la universidad: posibilidades y limitaciones. *Revista educación y futuro (Madrid)*, 16, 85-100.
- EISNER, E.W.(1979) *Educational imagination*. New York: McMillan.
- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA, tomo XVIII. (1915). Barcelona: Espasa-Calpe.
- ESCUDERO MUÑOZ, J.M. (1981): *Modelos didácticos*. Barcelona: Oikos-Tau.
- ESTEBARANZ, A. (2001) *Planificación y construcción del cambio en Educación Secundaria*. Sevilla: Mergablum.
- FELIZ, T., SEPÚLVEDA, F. y GONZALO, R. (2008) *Didáctica general para educadores sociales*. Madrid: Dykinson.
- FERNÁNDEZ, A.(coord.) (1996) *Didáctica general*. Barcelona: UOC.
- FERRÁNDEZ, A. y SARRAMONA, J. (1984) *La educación. Constantes y problemática actual*. Barcelona: CEAC.
- FLANDERS, N. (1977) *Análisis de la interacción didáctica*. Salamanca: Anaya.
- FREIRE, P. (1978) *Educación como práctica de la libertad*. México: siglo XXI.
- GAGE, N.L. (1977) *The scientific basis of the art of teaching*. New York: Teacher college press.
- GAGNÉ, E. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston: Little Brown and company.



- GAGNE, R. y BRIGGS, L. (1976) *Planificación de la enseñanza*. México: Trillas.
- GAGNÉ, R.M. (1971) *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- GARCÍA HOZ, V. (1970) *Principios de pedagogía sistémica*. Madrid: Rialp.
- GERVILLA, A. (1988) *El currículum: Fundamentación y modelos*. En MEDINA, A. y SEVILLANO, M.L. *Didáctica-Adaptación*. (221-370). Madrid: UNED.
- GIMENO SACRISTÁN, J. (1982) *Pedagogía por objetivos: la obsesión por la eficiencia*. Madrid: Morata.
- \_\_(1988) *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- GIMENO SACRISTÁN, J. et al. (1992) *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- GONZÁLEZ SOTO, A.P.; MEDINA, A. y DE LA TORRE, S. (1995) *Didáctica general: modelos y estrategias para la intervención social*. Madrid: universitas.
- HABERMAS, J. (1982) *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus.
- HERBART, J.F. (1806) *Pedagogía general*. Madrid: la lectura.
- JAKOBSON, R. (1963; 1970). *Ensayos de lingüística general*. Barcelona: Ariel.
- JOYCE, B.; CALHOUM, E. y HOPKINS, D. (1997) *Models of learning: tools for Teaching*. Buckingham: Open University Press.
- JOYCE, B.; WEIL, M. y CALHOUM, E. (2002) *Modelos de Enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- KEMMIS, S. (1988) *El currículum: más allá de la teoría de la reproducción*. Madrid: Morata.
- KUIPER, W. (1993) *Currículo y didáctica general*. Quito: Abya-yala.
- KUNERT, K. (1979) *Planificación docente: el currículum*. Madrid: Oriens.
- LORENZO, N. y PLA, M. (2001). *Teoría de la enseñanza: Modelos aplicados al proceso de enseñanza-aprendizaje*. En SEPÚLVEDA, F. y RAJADELL, N. *Didáctica para psicopedagogos*. (61-100). Madrid: UNED.
- MALLART, J. (2001). *Didáctica: objeto, concepto, finalidades*. En SEPÚLVEDA, F. y RAJADELL, N. (coord). *Didáctica general para psicopedagogos*. (23-57) Madrid: UNED.
- MARTÍNEZ VALCÁRCEL, N. (2004). *Los modelos de enseñanza y la práctica de aula*. Murcia: Universidad de Murcia.
- GALLEGO ORTEGA, J.L. y SALVADOR MATA, F.(2002) *Metodología de la acción didáctica*. En MEDINA RIVILLA, A. y SALVADOR MATA, F. (coords.) *Didáctica general*. Madrid: Pearson Prentice Hall.

- MEDINA RIVILLA, A. (1993). *Las habilidades básicas para el context de una nueva educación infantil*. Madrid: cincel.
- \_\_\_(2000) *Métodos de enseñanza en la Universidad*. En GARCÍA VALCÁRCEL, A. Didáctica universitaria. Madrid: La Muralla.
- MEDINA RIVILLA, A.; GUTIÉRREZ, I. y RODRÍGUEZ, A. (1995). *Un enfoque interdisciplinarity en la formación de los maestros*. Madrid: Narcea.
- MEDINA RIVILLA, A. y SEVILLANO GARCÍA, M. (coords.) (1990) *Didáctica-Adaptación el currículum*. Madrid: UNED.
- NAVARRO HINOJOSA, R. (2007). *Didáctica y currículum para el desarrollo de competencias*. Madrid: Dykinson.
- NÉRICI, I.G. (1990) *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires: Kapelusz.
- OSER, F. K. y BAERISWYL, F.J. (2001) *Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Learning*. En RICHARDSON, V. Handbook of Research on Teaching. (1031-1065). Washington: AERA.
- PÉREZ LUNA, E. (2001) Enseñanza y cultura escolar. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales (Mérida-Venezuela)* 103-114
- PESTALOZZI, (1801). *Cómo enseña Gertrudis a sus hijos*. Madrid: La lectura.
- PICADO GODÍNEZ, F. (2001) *Didáctica general*. Costa Rica: Universidad estatal a distancia.
- RIBEIRO, V. (2002) *Dos diferentes significados do termo "atividade"*. Florianópolis: DIEF/SED.
- RODRÍGUEZ DIÉGUEZ, J.L.(1994) *Los componentes del currículo escolar*. En SÁENZ BARRIO, O. Didáctica general. Un enfoque curricular. Alcoy: Marfil.
- \_\_\_(1985). *Currículum acto didáctico y teoría del texto*. Salamanca: Anaya.
- \_\_\_ (2000). Estrategias didácticas activas y reformas educativas: revisión de un programa. *Revista española de pedagogía (Madrid)* 58, 217, 439-457.
- SÁNCHEZ HUETE, J.C. (2008) *Conocimiento científico de la didáctica*. En SÁNCHEZ HUETE, J.C. (coord.) Compendio de didáctica general (49-72). Madrid: Ccs.
- SARRAMONA, J. (1990) *Tecnología educativa: una valoración crítica*. Barcelona: CEAC.
- SCHWAB, J. (1969) The practical: a language for curriculum. *The school review*, 78 (1), 1-23.
- SHAVELSON, R.J. (1973). Learning from physics instruction. *Journal of research in science teaching (San Francisco)* 10 (2) 101-111.
- SHAPIRO, E.S. (1989) *Academic skills problems*. New York: Guilford Press.
- STERN, D. y HUBER, G.L. (1997) *Active learning for students and teachers: report from eight countries*. Frankfurt: Frankfurt am Main Verlag.

- STENHOUSE, L. (1991) *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid : morata.
- STENHOUSE, L. ; SULLIVAN, G.S. et al. (1995) Reasoning and remembering: coaching students with learning disabilities to think. *The journal of special education (San Francisco)*. 29. 3, 310-322.
- TÉBAR BELMONTE, L. (2003). *El perfil del profesor mediador*. Madrid: Santillana
- TITONE, R. (1986) *El lenguaje y la interacción didáctica: teoría y modelos de análisis*. Madrid: Narcea.
- VIVES, J.L. (1948) *De disciplinis*. Vid. *Obras Completas*. Madrid: Lorenzo Riber.
- WEBER, M.(1977) *Economía y Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- YINGER, R. (1986). *Investigación sobre el conocimiento y el pensamiento de los profesores. Hacia una concepción de la actividad profesional*. Actas del I congreso internacional sobre pensamiento del profesor. Sevilla.
- ZABALZA, M.A. (1990). *Fundamentación de la didáctica y del conocimiento*. Madrid: Narcea

#### **WEBGRAFÍA**

- DALTON, Plan (1920) <http://es.scribd.com/doc/35889793/Kilpatrick-Winnetka-Dalton>
- MARQUÉS, P.(2001) [www.pangea.org/peremarques/educacion.htm](http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm) (Consulta: 12/1/2010)
- \_\_(2001)<http://www.pangea.org/peremarques/temas2/t2.html> (Consulta: 10/1/2010)
- PROYECTO CERO DE HARVARD(1967) <http://www.pz.harvard.edu/Research/Research.htm>
- WINETKA, Plan (1928) <http://es.scribd.com/doc/35889793/Kilpatrick-Winnetka-Dalton>

## **Capítulo 3.- LAS DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE**

### **C O N T E N I D O:**

#### **3.1.- Concepto y características del aprendizaje.**

3.1.1.- Aspectos conceptuales del aprendizaje.

3.1.2.- Características del aprendizaje

#### **3.2.- Teorías sobre el aprendizaje.**

3.2.1.- El conductismo

3.2.2.- El cognitivismo

3.2.3.- Teoría del aprendizaje por descubrimiento

3.2.4.- La teoría constructivista de Piaget

3.2.5.- La teoría del constructivismo social

#### **3.3.- Factores significativos en el aprendizaje.**

3.3.1.- La memoria del aprendiz

3.3.2.- El aprendizaje de los contenidos

3.3.3.- Los procesos del aprendizaje

3.3.4.- Las estrategias del aprendizaje

3.3.5.- Los estilos de aprendizaje

3.3.6.- Técnicas de aprendizaje

3.3.7.- La evaluación: tipos, funciones y objetivos

### **3.4.- Aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en problemas.**

3.4.1.- Criterios de diferenciación entre el paradigma clásico y el nuevo

3.4.2.- Aprendizaje basado en problemas

### **3.5.- Problemas en el aprendizaje.**

3.5.1.- Concepto y características de los problemas de aprendizaje

### **3.6.- Síntesis.**

### **Bibliografía.**

## Capítulo 3.- LAS DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE

La educación, como proceso transformador de la sociedad, se concreta en el proceso de enseñar y aprender, en el capítulo precedente nos hemos ocupado de la enseñanza en varias de sus dimensiones esenciales como la calidad de la educación, las tecnologías aplicadas a la educación y aspectos de la didáctica, en este capítulo tercero pretendemos plantear los aspectos básicos del aprendizaje, que ha cobrado una inusitada importancia en la actualidad.

Durante los últimos cuarenta años, tanto desde la psicología cognitiva, la psicología del desarrollo y la educación, como desde el estudio de la enseñanza de las ciencias, se han efectuado múltiples trabajos centrados en la descripción y análisis conceptual de los variados y progresivamente acelerados cambios que convergen en un tiempo y espacio limitados del presente. Como es obvio la investigación en esta área del saber alcanza las más variadas concepciones acerca de los múltiples asuntos que se consideran de interés en el mundo que nos rodea: la revisión de las concepciones sobre la energía, la flotación, la gravedad, la rotación de la tierra, la justicia, la moral, la economía o el aprendizaje, por señalar algunos ejemplos. Los resultados de las investigaciones articulados y organizados en forma de teorías, con más o menos coherencia y consistencia, van consolidando los procesos de cambio y progreso en la ciencia y en las disciplinas científicas por los clásicos procedimientos de enriquecimiento, reelaboración, revisión o reestructuración.

Tras la aprobación de la normativa que regula la nueva estructura de las enseñanzas universitarias adaptada a la convergencia europea, llega el momento de elaborar y proponer los nuevos planes de estudio. Las universidades españolas, haciendo uso de su autonomía académica, tienen en sus manos la oportunidad de impulsar la voluntad de cambio metodológico de acuerdo al nuevo paradigma educativo que plantea el Espacio Europeo de Educación Superior. Este cambio supone la transición de un modelo centrado en la enseñanza a otro basado en el aprendizaje del estudiante. Sin embargo, se corre el riesgo de que la reforma de los currículos en realidad se convierta en una mera distribución de contenidos a materias y su ajuste a los créditos europeos, según lo estableci-

do, sin aprovechar la oportunidad de llevar a cabo un proceso de cambio educativo basado en nuevos planteamientos metodológicos.

El aprendizaje y las teorías que tratan los procesos de adquisición de conocimiento han tenido durante este último siglo un enorme desarrollo debido fundamentalmente a los avances de la psicología y de las teorías instruccionales, que han tratado de sistematizar los mecanismos asociados a los procesos mentales que hacen posible el aprendizaje. En este capítulo se tratará los asuntos del concepto y características del aprendizaje, las teorías más importantes y actuales sobre esta temática, los elementos integrantes del aprendizaje y dos asuntos más concretamente relacionados con los objetivos de esta tesis como es el aprendizaje cooperativo y el basado en problemas.

### **3.1.-Concepto y características del aprendizaje.**

Para la mayoría de los sujetos tanto desde las experiencias cotidianas como en el contexto formal de la escolaridad y la academia, no nos es ajeno el ‘aprender’, y seguro que muchos consideramos el aprendizaje como un proceso presente en nuestras vidas, el cual en el transcurso del ciclo vital define los pensamientos y acciones del individuo sobre su entorno y sobre sí mismo. El ser humano, en el decurso de su vida, se enfrenta a situaciones muy variadas que le exigen afrontar la tarea de adquirir información. La actividad de informarse desencadena una serie de mecanismos y procesos básicos como la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje y el pensamiento que permiten configurar la concepción que el sujeto tiene de su entorno. En el presente apartado dos son los asuntos a tratar: en primer término se hará una exposición de las distintas perspectivas del aprendizaje a fin de elaborar a una definición lo más clara y concisa posible que, en todo caso, se completará la descripción de los rasgos más interesantes del aprendizaje.

**3.1.1.- Aspectos conceptuales del aprendizaje.** Se parte de la hipótesis de la modificación o cambio que se produce en el individuo cuando se aprende, una modificación que es posible detectar comparando el estado previo y el actual del sujeto. Referimos estas variaciones a aspectos tan diversos como la adquisición de conocimiento, las habilidades, las actitudes o las propias estrategias de pensamiento. Para poder afirmar que se ha producido un aprendizaje es necesario considerar que ha habido una modificación relativamente estable. En este sentido quedan excluidos los cambios debidos a la propia maduración del organismo o aquellas alteraciones conductuales que pueden

aparecer bajo el efecto de la fatiga, la habituación, el uso de determinados fármacos, drogas, etc.

Los aprendizajes son el resultado de procesos cognitivos individuales mediante los cuales se asimilan informaciones (hechos, conceptos, procedimientos, valores), se construyen nuevas representaciones mentales significativas y funcionales (conocimientos), que luego se pueden aplicar en situaciones diferentes a los contextos donde se aprendieron. En la sociedad del conocimiento, cada persona ha de asimilar una base de conocimientos rigurosos y estrategias eficaces; tiene que saber qué pensar y cómo actuar ante las situaciones relevantes a lo largo de la vida; hacerlo desde criterios razonables y susceptibles de crítica; ser sensible a las exigencias cambiantes de los contextos; desarrollar el pensamiento reflexivo, crítico y creativo.

La simple superación de "saber algo más", puede constituir un cambio del potencial de conducta como consecuencia del resultado de una práctica o experiencia (conocer es poder). Aprender no solamente consiste en adquirir nuevos conocimientos, también puede consistir en consolidar, reestructurar o eliminar conocimientos que ya poseemos. En cualquier caso, el aprendizaje implica cierto cambio en la estructura física del cerebro, de su organización funcional, una modificación de los esquemas de conocimiento y/o de las estructuras cognitivas de los aprendices, y se consigue a partir del acceso a determinada información, la comunicación interpersonal (con los padres, profesorado, compañeros...) y la realización de determinadas operaciones cognitivas.

No existe una definición del aprendizaje aceptada universalmente. Domjan y Burkhart (1990) definen el aprendizaje como *“un cambio duradero en los mecanismos de conducta, resultado de la experiencia con los acontecimientos ambientales. Es un cambio en los mecanismos de conducta, no un cambio de la conducta, puesto que ésta se ve influenciada por muchos factores además del aprendizaje. Además, hace hincapié en este aspecto para que se diferencie claramente de la actuación que puede entenderse como algo momentáneo, lo que quiere transmitir es que el aprendizaje causa un cambio estable”* (Domjan y Burkhart, 1990:32). Otros autores como Shunk (1997), identifican el aprendizaje como un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de conducirse de manera dada como resultado de la práctica o de otras formas de experiencia. Por tanto, vuelve a aparecer el cambio conductual no temporal. Kimble (1971) y Beltrán (1984) también inciden en el aspecto de que el aprendizaje es un cambio más o menos



permanente de conducta que se produce como resultado de la práctica. En general, todos los especialistas aceptan de forma explícita o implícita los tres criterios señalados del aprendizaje: un cambio en la conducta o en la potencialidad de la conducta, un cambio producido por algún tipo de práctica o ejercicio y un cambio más o menos duradero. Esto equivale a decir que el aprendizaje es una variable hipotética, un constructo invisible que enlaza dos variables –práctica y ejecución- dejando en la oscuridad la naturaleza de los procesos de aprendizaje.

En la sociedad del conocimiento, se plantea en cuanto a la educación como gran reto de nuestro tiempo: aprender a conocer, aprender a querer y sentir, aprender a hacer, aprender a convivir, aprender a ser y aprender sobre el conocer, el querer y el sentir. En este tipo de sociedad los cambios más obvios afectarán al ámbito educativo: se enseñará y se aprenderá a aprender, a fin de que cada individuo construya el diseño de su propia formación, insertándola en su currículo profesional. La educación tiene planteadas exigencias múltiples, crecientes, complejas y hasta contradictorias. *“En la sociedad del conocimiento, la tensión hacia el aprendizaje no se reduce a la necesidad individual de aprender, dada su originaria limitación, sino que se asienta en la radicalidad de la misma naturaleza humana que, como afirma Aristóteles, al comienzo de su Metafísica “todos los hombres tienden por naturaleza a saber” y por ello el hombre debe primordialmente saber”*(Altarejos et al., 2003, 55). La adquisición de conocimientos exige capacidad, esfuerzo, y recursos, pero es algo valioso y progresivamente se constituye en elemento diferenciador entre los individuos y entre los pueblos. Se requiere transmitir un volumen cada vez mayor de información, que se genera y es exigido en la sociedad de la información. Se exige ofrecer criterios y orientaciones para no perderse en esa ingente cantidad de información.

Se exige aprender en todos los contextos. Tampoco puede limitarse a un espacio temporal del ciclo vital de la persona. Es obligado a aprender a lo largo de toda la vida. Cada persona ha de asimilar una base de conocimientos rigurosos y estrategias eficaces, tiene que saber qué pensar y cómo actuar ante las situaciones relevantes a lo largo de la vida. Hacerlo desde criterios razonables y susceptibles de crítica, ser sensibles a las exigencias cambiantes de los contextos, desarrollar el pensamiento reflexivo, crítico y creativo. Una persona debe aprender a conocer, es una exigencia para responder a las demandas prácticas y profesionales de la sociedad cognitiva, también es condición imprescindible para desarrollarse con más plenitud como persona, ejercitar las capacidades

humanas, disfrutar del saber, dar sentido a la vida. *“Aprender a conocer es una exigencia para responder a las demandas prácticas y profesionales de la sociedad cognitiva; pero también es condición imprescindible para desarrollarse con más plenitud como persona, ejercitar las capacidades humanas, disfrutar del saber, dar sentido a la vida. Aprender a conocer supone ejercitar todas las capacidades de la mente: los procesos de atención, percepción, memoria, razonamiento, pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, lenguaje, motivación, afectividad”*(García García, 2009:35). Cada vez más, la sociedad actual está sesgada hacia la información icónica o en imágenes. Esto requiere un tipo de atención, concentración, planificación, esfuerzo, distinto del procesamiento de textos, más significativo y profundo.

Es condición obligada implicarse en el proyecto de formarse continuamente. Desear, querer, amar lo que se hace, es condición obligada para alcanzar buenos resultados. Las motivaciones pueden ser muy diferentes. Es preferible que las motivaciones tengan origen interno. Las personas automotivadas internamente alcanzan los niveles altos. Hoy se requiere no sólo conocimientos, además se necesita aprender a hacer, una adaptabilidad a los contextos tan cambiantes. Se necesitan nuevas competencias, hoy día en la sociedad se necesita tomar decisiones, evaluar procesos, introducir mejoras. También en esta sociedad se debe aprender a convivir, cada vez más se observa la imperiosa necesidad de este aprendizaje. Es objetivo prioritario de la educación desarrollar la propia identidad, a la vez que comprender y valorar la personalidad de los demás. Como afirma Emilio García, *“el derecho a la paz se declara prioritario al comenzar el siglo XXI, como condición básica para el desarrollo y bienestar personal y social. El descubrimiento, reconocimiento y respeto del otro se logra en paralelo a la conformación de la propia identidad personal. Es objetivo prioritario de la educación desarrollar la propia identidad a la vez que comprender y valorar la personalidad de los demás. Si la familia, escuela, trabajo, medios de masas fomentan actitudes de respeto, tolerancia se están previniendo comportamientos violentos”* (García García, 2009: 38).

La educación no es sólo preparar, sino dotar a cada persona de competencias y criterios que le permitan comprender el mundo cambiante que le rodea y comportarse solidaria y responsablemente. La función esencial de la educación es proporcionar a todos los seres humanos la libertad de pensamiento, sentimiento, imaginación y creatividad, que necesitan para dar sentido a su vida y alcanzar las cotas más altas posibles de bienestar y felicidad. El profesor García clarifica esta idea mediante la metáfora de la

educación como viaje y se expresa en los términos siguientes: *“La educación es un viaje interior desde el nacer hasta el morir. El desarrollo del ser humano se ha de dar en todas las potencialidades personales, intelectuales, efectivas, morales, estéticas, sociales, etc.; en todos los contextos, de familia, trabajo, ocio, etc.; y a lo largo de todas las etapas del ciclo vital”* (García García, 2009:39). También es deseable el aprendizaje sobre uno mismo, sus pensamientos y sentimientos, sus motivaciones y afectos. Las teorías de la mente son imprescindibles incluso en el aspecto profesional para aquellos que se desarrollen en profesiones que tienen que ver con otras personas y sus comportamientos.

Ahora voy a detenerme en las diferentes concepciones del aprendizaje ya que muchas veces la tarea didáctica y psicológica de la práctica no procede siempre de los aportes científicos de la psicología o de la didáctica, lo que puede deberse a veces al desconocimiento que se tiene de dichas concepciones. Sin embargo, resulta llamativo que los que se dedican a enseñar tienen diversas nociones intuitivas o informales acerca de cómo funcionan sus alumnos, las capacidades de aprendizaje y los hábitos de trabajo, que poseen.

Para Mayer (1988) el aprendizaje implica tres dimensiones: la adquisición de respuestas, la adquisición de conocimiento y la construcción de significado. Como adquisición de respuestas está ligado al enfoque conductista y domina los años cincuenta. En cuanto adquisición de conocimientos, el aprendizaje queda ligado al enfoque cognitivo que ha dominado de los años cincuenta a los años sesenta. Por último, el aprendizaje como construcción de significados, es el cambio de los años setenta y ochenta, se concibe al estudiante como un ser autónomo que autorregula sus procesos cognitivos y tiene en sus manos el control del aprendizaje. En el apartado dedicado a la exposición de los diferentes enfoques teóricos tendré oportunidad de explicar estas perspectivas con mayor extensión.

**3.1.2.- Características del aprendizaje.** El aprendizaje conlleva ciertas implicaciones conductuales, que producen una verdadera transformación en el ser humano. Sin embargo, para que se produzca estos fenómenos de transformación que, en realidad son las consecuencias del aprendizaje, me parece que resulta del mayor interés profundizar en la idea de conocer las características del fenómeno del aprendizaje que nos permiten incidir en el cambio de la conducta del ser humano. No cabe duda que apren-

der es una compleja actividad humana de mayor envergadura que el mero recuerdo o memorización de la información habida.

*3.1.2.1.- Actividades.* El aprendizaje actual exige, entre otras, las siguientes actividades humanas:

- Conocer la información y el conocimiento disponible y seleccionarlo (hay mucha a nuestro alcance: libros, TV, prensa, Internet...) en función de las necesidades del momento.
- Analizarlos y organizarlos; interpretarlos y comprenderlos.
- Sintetizar la información y los nuevos conocimientos e integrarlos con los saberes previos para lograr su "apropiación" e integración en los propios esquemas de conocimiento.
- Aplicar la información y los conocimientos, considerando las relaciones con situaciones conocidas y de posible aplicación. En algunos casos se imponen los previos procesos de valoración y evaluación.

Lo que se corresponde con los 6 niveles básicos de objetivos según su complejidad cognitiva que considera Bloom (1979): conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y valorar.

*3.1.2.2.- Asuntos.* El aprendizaje siempre implica asimismo algunos asuntos de notable interés para su comprensión, entre los que han de mencionarse los siguientes:

- *Una recepción de datos*, que supone un reconocimiento y una elaboración semántico-sintáctica de los elementos del mensaje (palabras, iconos, sonido) donde cada sistema simbólico exige la puesta en juego actividades mentales distintas: los textos activan las competencias lingüísticas, las imágenes las competencias perceptivas y espaciales, etc.

- *La comprensión de la información* recibida por parte de los estudiantes que, a partir de sus conocimientos anteriores (con los que establecen conexiones sustanciales), sus intereses (que dan sentido para ellos a este proceso) y sus habilidades cognitivas,

analizan, organizan y transforman (tienen un papel activo) la información recibida para elaborar conocimientos.

- *Una retención* a largo plazo de esta información y de los conocimientos asociados que se hayan elaborado.

- *La transferencia del conocimiento* a nuevas situaciones para resolver con su concurso las preguntas y problemas que se planteen.

3.2.2.3.- *Factores a considerar.* Para que se puedan realizarse los correspondientes aprendizajes son necesarios tres factores básicos:

- *Inteligencia, otras capacidades y conocimientos previos* (poder aprender): para aprender nuevas cosas hay que estar en condiciones de hacerlo, se debe disponer de las capacidades cognitivas necesarias para ello (atención, proceso...) y de los conocimientos previos imprescindibles para construir sobre ellos los nuevos aprendizajes. También es necesario poder acceder a la información necesaria.

- *Motivación (querer aprender)*: para que una persona realice un determinado aprendizaje es necesario que movilice y dirija en una dirección determinada energía para que las neuronas realicen nuevas conexiones entre ellas. La motivación dependerá de múltiples factores personales (personalidad, fuerza de voluntad...), familiares, sociales y del contexto en el que se realiza el estudio (métodos de enseñanza, profesorado...). Son datos contrastados de la experiencia que los estudiantes implicados en los procesos del aprendizaje son más capaces de definir sus objetivos formativos, organizar sus actividades de aprendizaje y evaluar los resultados del aprendizaje; se apasionan más por resolver los problemas (transfieren el conocimiento de manera creativa) y en comprender y avanzar autónomamente en los aprendizajes durante toda la vida.

- *Experiencia (saber aprender)*: los nuevos aprendizajes se van construyendo a partir de los aprendizajes anteriores y también requieren ciertos hábitos y la utilización de determinados instrumentos y técnicas de estudio: 1) *instrumentales básicas*: observación, lectura, escritura, 2) *repetitivas* (memorizando): copiar, recitar, adquisición de habilidades de procedimiento; 3) *de comprensión*: vocabulario, estructuras sintácticas; 4) *elaborativas* (relacionando la nueva información con la anterior): subrayar, completar frases, resumir, esquematizar, elaborar diagramas y mapas conceptuales, seleccionar,

organizar; 5) *exploratorias*: explorar, experimentar; 6) *de aplicación de conocimientos* a nuevas situaciones, creación; 7) *regulativas* (metacognición): analizando y reflexionando sobre los propios procesos cognitivos.

En el plano académico, el logro del aprendizaje, es decir, la obtención de la meta del proceso de enseñanza-aprendizaje exige todas estas características y factores, que ha de poner en juego el discente, sin embargo en cada factor también interviene el docente. Es el primero que ha de motivar y ha de presentar el material de forma comprensible; el profesor ha de relacionar los conocimientos con lo anterior y debe establecer una serie de estrategias para que el alumno pueda llegar a los objetivos prefijados. Estas estrategias se deciden a partir de la concepción que tenga el docente acerca del aprendizaje. Se pueden recoger una serie de aspectos que se integran en el proceso del aprendizaje: adquisición de información, comprensión de esta y transferencia de lo aprendido.

### **3.2.- Teorías sobre el aprendizaje**

Una teoría de aprendizaje es un conjunto de principios mediante los que se pretende explicar los cambios que tienen lugar en el comportamiento humano, proporcionando un conjunto de estrategias instructivas, estableciendo cómo y cuándo integrar y utilizar esas estrategias y previendo sus resultados. Durante el último siglo han sido tres las escuelas que han tenido una mayor influencia en la educación: el conductivismo, el cognitivismo y el constructivismo. Cada una de ellas incluye un marco teórico en el que se conceptualiza el aprendizaje y proporciona instrucciones para la práctica educativa.

Acerca del aprendizaje, ya hablaron los filósofos griegos como Platón y Aristóteles, en la filosofía se encuentran dos posturas sobre el origen del aprendizaje que han tenido relevancia a lo largo de la historia sobre este concepto: el racionalismo y el empirismo. El racionalismo mantiene que el conocimiento procede de la razón sin ayuda de los sentidos, mientras que el empirismo parte de la idea de que la única fuente de conocimiento es la experiencia. En la primera corriente destacan, entre otros, Platón, Descartes y Kant; en la segunda sobresalen, entre otros, Aristóteles, Hume, Locke.

Los comienzos del estudio psicológico del aprendizaje se pueden situar con Wundt y Ebbinghaus. Wundt trató de instaurar la nueva ciencia de la psicología y lo consiguió, aparte la dotó de un método para adquirir y perfeccionar el conocimiento.

Ebbinghaus estudió los procesos mentales superiores investigando la memoria, aceptaba los principios de asociación y creía que el aprendizaje y el recuerdo de la información aprendida dependen de la frecuencia de la exposición al material. Estudió también listas para memorizar.

A finales del siglo XIX, Titchener empleó los avances de Wundt y fundó el estructuralismo. Consiste en una combinación del asociacionismo con el método experimental. Estudió la estructura de los procesos mentales. Empleó el método de la introspección, sin embargo este método conlleva un estudio de la mente como compartimentos estancos. Otro problema era que no podían decir nada sobre la forma que las ideas adquirirían. No parecía la introspección un método adecuado para investigar acerca del razonamiento y la solución de problemas.

De estos problemas surgió una respuesta en el funcionalismo, uno de sus exponentes es William James, en 1890 afirmó que la conciencia es un proceso continuo antes que un agrupamiento de piezas separadas de información. También explicaba que el fin de la conciencia es ayudar a los organismos a adaptarse a su ambiente. Dewey (1989) manifestaba que no es posible separar los procesos psicológicos en partes y que hay que ver a la conciencia en forma holística. También afirmaba Dewey que la psicología era importante para la educación ya que creía que los experimentos psicológicos serían aplicables a la vida cotidiana. El campo era muy amplio y eso produjo el ascenso del conductismo.

**3.2.1.- El conductismo.** Esta perspectiva se inició en 1913 con John B. Watson (1878-1958). En síntesis, su tesis podría enunciarse en los términos siguientes: sólo se podía inferir la naturaleza de la mente animal a partir del comportamiento animal. Por lo tanto, la psicología debía ser el estudio del comportamiento de la mente, de esta forma esta disciplina habría de atenerse al funcionamiento científico y su objeto era el estudio de cómo los animales se ajustan a su ambiente, dando una respuesta para poder pronosticar un estímulo y viceversa, para predecir la conducta mediante el conocimiento de sus causas. En 1914 publica su primer libro, *Behavior: An introduction to comparative psychology*, en el que trata de demostrar que la psicología animal tiene conocimientos experimentales suficientes para poder ocupar un lugar entre las ciencias. En 1919 amplió las técnicas a los estudios de psicología humana. Se le ha criticado el escaso énfasis que dio al aprendizaje para describir la conducta, aspecto que se había recalcado en los primeros años del conductismo. Sin embargo, este reduccionismo basado en la relación



estímulo-respuesta ha servido para explicar la relación entre medio ambiente y comportamiento.

La investigación empieza a proliferar y surge entre los años 1930 y 1950 una “era de la teorías” entre los que destacaron Hull, Tolman, Guthrie y Skinner. Tolman representa la línea más alejada, algunos lo han calificado como el iniciador del cognitismo ya que entiende que entre el estímulo y la respuesta interactúan expectativas y creencias, propósitos y cogniciones. Guthrie formuló el principio de aprendizaje basado en la simple contigüidad estímulo-respuesta. Hull se convierte en el teórico del refuerzo, entendido como reducción del impulso, aunque también se ocupará del estudio de las variables intervinientes. Spence, discípulo de Hull, produjo rigurosos y variados trabajos sobre la motivación. Skinner elaboró una auténtica teoría del aprendizaje.

Skinner busca hacer una ciencia “objetiva” de la conducta e intentó analizar todas las variables como parámetros físicos. Entendía la psicología como una rama de la física. También veía el comportamiento como un cálculo probabilístico, “*«los humanos pueden hacer selecciones y desean hacerlas», significa simplemente que una situación en la cual hay dos o más respuestas igualmente probables puede ser aversiva, y que cualquier comportamiento de toma de decisiones que fortalezca una respuesta y haga improbable otra, recibe refuerzo»*”(Skinner, 1974: 104). En otro lugar escribe “*La probabilidad de respuesta es un dato difícil. Evitaremos tocar cuestiones discutibles, pasando de inmediato a una medición práctica: la frecuencia con que se emite una respuesta*”(Skinner, 1969:73). Esta teoría hoy día es compartida por químicos tan eminentes como Atkins o físicos como Penrose. Killeen (1992) hizo un esfuerzo por mostrar cómo las leyes del aprendizaje no son sino una aplicación al ámbito de la conducta de las leyes que rigen el movimiento de los objetos en la mecánica newtoniana. Los estímulos para Killeen son configuraciones de energía medibles. Por consiguiente, en esta perspectiva se concibe el aprendizaje como un conjunto de conexiones entre los estímulos y las respuestas. El conocimiento es fruto de las asociaciones entre los estímulos que se captan. Se forman los reflejos condicionados por medio de mecanismos de estímulo-respuesta-refuerzo. Es el condicionamiento operante. Además se observa que las acciones que reciben estímulos positivos tienden a ser repetidas. “*Toda consecuencia de la conducta que sea recompensante o, para decirlo más técnicamente, reforzante, aumenta la probabilidad de nuevas respuestas*” (Skinner, 1969: 74)



El conductismo asumió dos principios: el de equipotencialidad y el de correspondencia. El primero consiste en que las leyes físicas se aplican a todos por igual; el segundo, reflejo del principio de conservación de la energía, consiste en que la conducta debe ser un reflejo preciso de los cambios estímulares. El aprendizaje basado en este paradigma sugiere medir la efectividad en términos de resultados, es decir, del comportamiento final, por lo que está condicionada por el estímulo inmediato ante un resultado del alumno, con objeto de proporcionar un refuerzo de cada una de las acciones del mismo. A la vez, se desarrollan modelos de diseño de la instrucción basados en el conductismo a partir de los trabajos de Bloom (1979), Gagné (1985) y Merrill (1987), desde los que se estructuran y se secuencian los contenidos de la enseñanza.

Las críticas al conductismo están basadas en el hecho de que determinados tipos de aprendizaje solo proporcionan una descripción cuantitativa de la conducta y no permiten conocer el estado interno en el que se encuentra el individuo ni los procesos mentales que podrían facilitar o mejorar el aprendizaje. También se extiende la crítica a los dos principios conductistas. Se asume que el aprendizaje está condicionado por el estímulo pero también se acepta de forma casi universal que existen otras muchas variables que afectan al aprendizaje. Además es de experiencia relativamente cotidiana que a iguales estímulos no se obtienen modificaciones idénticas en la conducta de los sujetos debido otra vez a que el aprendizaje depende de múltiples y variados factores. Aparte de que existe otra crítica debida a la concepción del aprendizaje, está aceptado y lo hemos consignado anteriormente que el aprendizaje tiene que ver con cambios conductuales, sin embargo, es asimismo una dimensión esencial en el aprendizaje la adquisición de conocimientos.

**3.2.2.- El cognitivismo .** La teoría cognitivista entiende el aprendizaje como el proceso de adquisición de conocimientos. Esta teoría surgió a partir de los años sesenta y cambia el modo de entender los procesos del aprendizaje. La crisis del paradigma conductista surge entre 1950-1960 y a partir de los sesenta entra en declive este enfoque. El aprendizaje pasa a ser considerado en términos de estructuras internas y el interés hacia los cambios conductuales se afianza en el valor que posean como índices de procesos internos. Estas estructuras ya fueron tomadas en consideración por Tolman.

En el enfoque cognitivo, el aprendizaje parece reducirse a la información, se pretende identificar, representar y justificar la cadena de procesos mentales que arrancan en

la motivación y percepción de la información y terminan con la recuperación del material y su correspondiente realimentación. El profesor es un transmisor de conocimientos. El foco de la instrucción reside en la información. Se centra en el currículum.

El pensamiento real es *“un proceso; ocurre, deviene; en resumen, está en cambio continuo en tanto haya una persona que piense. A cada paso ha de tomar en cuenta el contenido...las formas son uniformes y en ellas puede tener cabida cualquier materia, sea la que fuere, no presenta atención al contexto. Por su parte, el pensamiento real hace siempre referencia a algún contexto. Tiene siempre origen en alguna situación inestable que queda fuera del pensamiento. La educación tiene que ver ante todo con el pensamiento tal como ocurre realmente en los seres humanos individuales. Su propósito es crear actitudes favorables al pensamiento eficaz. ...el tratamiento formal no carece de valor educativo, a condición de que se lo ponga y mantenga en su lugar. Este lugar es el que se sugiere cuando se le da el nombre de producto. Propone formas dentro de las cuales se vierte el resultado del pensamiento real a fin de facilitar la comprobación de su valor”*(Dewey, 1989: 78-79). Esta teoría también tiene una cierta base en la física, más en concreto en la física cuántica. La psicología cognitiva optará por un código digital como sustrato del procesamiento cognitivo, por lo que los sistemas cognitivos serán procesadores de información. El aprendizaje es un proceso de adquisición de información, que permite reducir el carácter aleatorio de los sucesos. Los sistemas cognitivos no sólo responden debido al cambio actual sino también a los cambios pasados, por lo que para comprender el aprendizaje será necesario situarnos en una perspectiva histórica. Sin embargo, la psicología cognitiva se alejó de ese análisis histórico, puesto que, en ese caso, se reduciría a la información extraída de esos cambios por medio de cálculos estadísticos. En el funcionalismo computacional, la información es una medida puramente formal de la probabilidad de un suceso en presencia de otro, es una función matemática. La información requiere un código digital para realizar los cálculos. La psicología cognitiva necesita disponer de un código computacional. *“El lenguaje proposicional es tan poderoso que podemos utilizarlo prácticamente para formular cualquier conducta, prediciendo cualquier resultado experimental o su opuesto. El sistema representacional humano no es limitado, pero el sistema representacional proposicional no tiene por qué serlo en principio.”* (Kosslyn y Pomerantz, 1977: 62)

La teoría del procesamiento de la información está influida por los estudios cibernéticos de los años cincuenta y sesenta, presenta una explicación sobre los procesos internos que se producen durante el aprendizaje de forma análoga al comportamiento computacional. Considera la captación y el filtro de la información a partir de sensaciones y percepciones obtenidas al actuar con el medio, el almacenamiento momentáneo en los registros sensoriales y de entrada en la memoria a corto plazo, donde si se mantiene la actividad mental centrada en esta información, se realiza un conocimiento y codificación conceptual. La organización y almacenamiento definitivo en la memoria a largo plazo, donde el conocimiento se organiza en forma de redes. Desde aquí la información podrá ser recuperada cuando sea necesario.

**3.2.3.- La teoría del aprendizaje por descubrimiento** formulada por Bruner, concibe el aprender como un proceso activo y social, en el cual los estudiantes construyen nuevas ideas basadas en el conocimiento actual. El estudiante selecciona la información, origina hipótesis y toma decisiones en el proceso de integrar experiencias en sus construcciones mentales existentes. El instructor ha de animar y motivar a los estudiantes a que descubran principios por sí mismos. Los maestros proporcionan las situaciones problemáticas que estimularán a los estudiantes a descubrir por sí mismos la estructura del material de la asignatura. En este caso estructura se refiere a la información esencial. Los hechos específicos y los detalles no tienen por qué ser parte de la estructura. Bruner (1981) cree que el aprendizaje en el salón de clases puede tener lugar inductivamente (pasar de los detalles y los ejemplos hacia la formulación de un principio general). En el aprendizaje por descubrimiento, el maestro presenta ejemplos específicos y los estudiantes trabajan así hasta que descubren las interacciones y la estructura del material. El estudiante captará mejor las ideas si es capaz de jerarquizarlas.

En el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, el maestro organiza la clase de manera que los estudiantes aprendan a través de su participación activa. *“El niño no podría lograr estos prodigios de adquisición del lenguaje si al mismo tiempo no tuviera una única y predispuesta capacidad para el aprendizaje del lenguaje”* (Bruner, 1981: 21). Usualmente, se hace una distinción entre el aprendizaje por descubrimiento, donde los estudiantes trabajan en buena medida por su parte y el descubrimiento guiado por el maestro que proporciona su dirección. En la mayoría de las situaciones, es preferible usar el descubrimiento guiado. Se les presenta a los estudiantes preguntas intrigantes, situaciones ambiguas o problemas interesantes. En lugar de explicar cómo resolver el

problema, el maestro proporciona los materiales apropiados, alienta a los estudiantes para que hagan observaciones, elaboren hipótesis y comprueben los resultados.

Para resolver problemas, los estudiantes deben emplear tanto el pensamiento intuitivo como el analítico. El maestro *guía* el descubrimiento con preguntas dirigidas. También proporciona retroalimentación acerca de la dirección que toman las actividades. La retroalimentación debe ser dada en el momento óptimo, cuando los estudiantes pueden considerarla para revisar su abordaje o como un estímulo para continuar en la dirección que han escogido. Se deben hacer referencias a los conocimientos adquiridos en otros momentos de forma asidua.

3.2.3.1.- *Ventajas*. Bruner manifiesta que la aplicación de las precedentes propuestas a la instrucción, reportará como importantes ventajas las siguientes: 1) Fomenta la independencia en los primeros años de la escuela. 2) Alienta a los estudiantes a resolver problemas de forma independiente o en grupo. 3) El aprendizaje debe ser flexible y exploratorio. 4) Despierta la curiosidad de los niños. 5) Se minimiza el riesgo del fracaso. 6) El aprendizaje se percibe como relevante. 7) Se retoman los conceptos principales.

3.2.3.2.- *Aspectos más destacados*. Bruner sostiene que una teoría de la instrucción ha de tratar cuatro dimensiones sustanciales de la misma: 1) La predisposición para aprender. 2) Las maneras en las cuales un cuerpo del conocimiento puede ser estructurado para poderlo agarrar lo más fácilmente posible por el principiante. 3) Las secuencias más eficaces para presentar el material. 4) La naturaleza y el establecimiento del paso de recompensas y de castigos.

**3.2.4.- La teoría constructivista de Piaget** . Se ha reiterado de variados modos que la *teoría constructivista*, en sentido estricto, no es una teoría, sino más bien un marco explicativo que integra aportaciones diversas en torno a los principios constructivistas. La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza parte del hecho de que la escuela hace accesible a sus alumnos aspectos de la cultura que son fundamentales para su desarrollo personal, no sólo en el ámbito cognitivo. Parte también de un consenso ya bastante asentado en relación al carácter activo del aprendizaje, lo que lleva a aceptar que éste es fruto de una construcción personal, en la que no interviene sólo el sujeto que aprende.

En esta perspectiva el conocimiento es construido activamente por el individuo, ubicado en un contexto y basado en la interpretación de la experiencia y en las estructuras de conocimiento previas. Cuando los estudios se realizan desde una perspectiva que contempla la validez ecológica de sus resultados, se atiende a la naturaleza distribuida de la cognición. En entornos de aprendizaje naturales, los procesos y productos cognitivos se comparten entre los individuos, en un contexto poblado de intenciones, actitudes, ideas e instrumentos.

*3.2.4.1.- Niveles cognitivos.* El constructivismo, cuyo exponente es Jean Piaget (1896-1980), constituye el paradigma explicativo dominante en los campos relacionados con el aprendizaje, el desarrollo y la educación. En este paradigma es el aprendiz quien toma la responsabilidad de construir significados, pero no en soledad sino a través de la interacción, tanto con el docente como con sus pares. Piaget presenta los siguientes niveles cognitivos:

De 0 a 2 años: Inteligencia práctica.

De 2 a 7 años: Inteligencia concreta.

De 7 a 11 años: Inteligencia lógica.

De 12 en adelante: Inteligencia abstracta o Pensamiento lógico.

De acuerdo con Piaget, la manera de pensar de una persona está casi totalmente formada a los 16 años. Después de esta edad, las estructuras cognitivas no sufren modificaciones adicionales. Diversos estudios parecen demostrar que sólo después de los 21 años, una gran mayoría de personas logran el nivel de operaciones formales e incluso, algunos individuos pueden no llegar a este período nunca.

*3.2.4.2.- Mecanismos de adaptación.* Piaget (1961) muestra la existencia de dos mecanismos particulares de adaptación: la asimilación y la acomodación. La adaptación es un doble proceso a través del cual la persona crea nuevas estructuras para relacionarse de forma eficaz con el mundo circundante e incluye tanto la asimilación como la acomodación, las cuales constituyen la esencia del comportamiento inteligente.

La asimilación es el entendimiento de un nuevo objeto, experiencia o concepto dentro de un conjunto de esquemas existentes. Tratamos de incorporar las percepciones de las nuevas experiencias a nuestros esquemas actuales. La acomodación es el proceso por el cual se modifican las acciones para manejar nuevos objetos y situaciones. Trata-

mos de modificar los marcos de referencia actuales a las características de las percepciones. Se considera que el objetivo más importante del aprendizaje en el proceso cognitivo es la comprensión, no los comportamientos observables que pueden ser medidos. *“La inteligencia constituye una actividad organizadora, cuyo funcionamiento prolonga el de la organización biológica, superándolo gracias a la elaboración de nuevas estructuras...si las estructuras sucesivas debidas a la actividad intelectual se diferencian entre sí cualitativamente, obedecen siempre a las mismas leyes funcionales”*(Piaget, 1961: 306). No solo el progreso de la asimilación es correlativo al de la acomodación, sino que hace posible la objetivación gradual de la inteligencia misma (Piaget, 1961: 310). La comprensión, como señalan Di Vesta y Rieber (1987), es un objetivo efectivo de la educación. Si el docente identifica las estructuras de conocimiento previo del aprendiz, puede evaluar y predecir la forma en que va a asimilar la novedad presentada. La esencia de estos supuestos es que el aprendizaje implica la asimilación de hechos como un proceso coadyuvante que, a su vez, promueve la construcción de estructuras plenas de uso y de significado.

Desde hace más de una década, las teorías del aprendizaje consideran algunos aspectos básicos que se contraponen con los supuestos de la tradición asociacionista, según señala Shuell (1987) El aprendizaje es un proceso activo y orientado a objetivos. Depende de las actividades mentales del aprendiz y de su interacción con el docente y con sus compañeros. 2) Existen procesos metacognitivos, o de alto nivel -estrategias personales y colectivas- que regulan las actividades de aprendizaje. 3) El conocimiento previo condiciona al aprendizaje. 4) El conocimiento está representado por estructuras complejas. 5) Son centrales los procedimientos por los cuales el aprendiz otorga los significados. 6) El análisis de las tareas de aprendizaje y de ejecución se plantea en términos de los procesos cognitivos involucrados.

*3.2.4.3.- La contribución más importante de las teorías del aprendizaje cognitivas y constructivistas para la educación es sostener que el aprendizaje es un proceso activo, comprometido y pleno de significado.* Winn (1990) sugiere que para el logro de una instrucción satisfactoria lo más importante es el monitoreo del proceso y la adecuación constante a los impredecibles cambios en el pensamiento y conducta de los estudiantes. Los aprendices deben ser activamente estimulados a integrar la nueva información en las estructuras existentes. El aprendizaje contribuye al desarrollo en la medida en que aprender no es copiar o reproducir la realidad. Para los constructivistas aprende-

mos cuando somos capaces de elaborar una representación personal sobre el objeto de la realidad o el contenido que se pretende aprender. Esto implica el fin de aprehenderlo, no es una aproximación vacía, desde la nada, sino desde las experiencias, intereses y conocimientos previos.

Puede afirmarse que con los significados habidos nos acercamos a un nuevo aspecto que sólo parecerá nuevo pero que puede interpretarse perfectamente con los significados que ya poseíamos. En otras ocasiones se planteará un desafío al que se busca responder modificando los significados ya adquiridos. No sólo se modifica lo que ya se tenía sino que también se interpreta lo nuevo de forma peculiar. Cuando se dan todas estas fases se dice que el aprendizaje es significativo, se está construyendo un significado propio y personal para un objeto de conocimiento objetivamente existente. El proceso, por consiguiente, se dirige a integrar, a modificar y a establecer relaciones entre esquemas de conocimiento que ya se poseían.

*3.2.4.4.- A modo de síntesis.* Desde esta concepción se asume que en la escuela los alumnos aprenden y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados adecuados sobre los contenidos que configuran el currículum escolar. Esta construcción está compuesta por una aportación activa del alumno, sus conocimientos previos en una situación interactiva, en la que el profesor actúa de guía y de mediador entre el estudiante y la cultura, de esa mediación depende en parte el aprendizaje que se realiza. Los contenidos del aprendizaje se extienden a todas las capacidades en el desarrollo global del alumno.

Desde la perspectiva del constructivismo de Piaget, el aprendizaje es fundamentalmente un asunto personal. Existe el individuo con su cerebro cuasi-omnipotente, generando hipótesis, usando procesos inductivos y deductivos para entender el mundo y poniendo estas hipótesis a prueba con su experiencia personal. El motor de esta actividad es el conflicto cognitivo. Una fuerza de la naturaleza llamada “deseo de saber” nos empuja a encontrar explicaciones al mundo que nos rodea. El individuo no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento y los afectivos. Esta concepción del aprendizaje es un elemento útil a la hora de crear dinámicas de equipo entre los profesores y de asesoramiento. No es un marco excluyente sino abierto a todas las



formas de trabajar por parte de los docentes. Se parte de lo que se posee y entiende y, desde ese punto de partida se puede ir progresando.

**3.2.5.- La teoría del constructivismo social** . El representante primero y más conocido fue el filósofo ruso Lev Vygotsky (1896-1934). A partir de él se han desarrollado diversas concepciones sociales sobre el aprendizaje. Para esta perspectiva, es fundamental considerar al individuo como el resultado del proceso histórico y social donde el lenguaje desempeña un papel esencial. Para Vygotsky (1978), el conocimiento es un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, el medio entendido como algo social y cultural, no solamente físico. Rechaza los enfoques que reducen el aprendizaje a una simple acumulación de reflejos o asociaciones entre estímulos y respuestas. No niega la importancia del aprendizaje asociativo pero considera que es insuficiente. Acepta, como también constata Piaget, que la inteligencia pasa por diferentes estadios y la diferencia entre un estadio y otro no es problema de mera acumulación de requisitos sino que existe una estructura completamente distinta que sirve para ordenar la realidad.

*3.2.5.1.- Semejanzas y diferencias entre Lev Vygotsky y Jean Piaget.* El conocimiento es producto de la interacción social y cultural, Piaget nunca negó la importancia de los factores sociales en el desarrollo de la inteligencia, si bien es verdad que no se centró en el estudio de estos aspectos. Vygotsky concibió al sujeto como un ser social. Desde sus concepciones se alcanza a afirmar que los procesos psicológicos superiores se adquieren primero en un contexto social y se interiorizan. Esta interiorización es producto del uso de un determinado comportamiento cognitivo en un contexto social. Es la zona de desarrollo próximo que representa la gama de tareas que el estudiante no puede hacer solo. Las tareas que están por debajo de esta zona pueden ser llevadas a cabo de manera autónoma por parte del niño. Las tareas que están por encima de la zona de desarrollo próxima no las puede realizar incluso con ayuda.

Para Vygotsky el aprendizaje y el desarrollo constituyen un proceso dinámico e interactivo: el aprendizaje no es el desarrollo. Sin embargo, un aprendizaje debidamente organizado resulta del desarrollo mental y pone en movimiento una variedad de procesos de desarrollo que no serían posibles si no es por el aprendizaje. Así, el aprendizaje es una parte necesaria y un aspecto universal del proceso de desarrollar las funciones psicológicas culturalmente organizadas y específicamente humanas. En otras palabras, el aprendizaje conduce al desarrollo; las experiencias que los niños tienen, influyen en



su desarrollo. Por eso es importante que los maestros y los padres ofrezcan experiencias de aprendizaje de alta calidad a los niños.

La intersubjetividad se basa en la idea de que los individuos llegan a una tarea con sus propias formas subjetivas de darle sentido. Si discuten sus diferentes puntos de vista, el entendimiento compartido podrá alcanzarse. En otras palabras, en el curso de la comunicación, los participantes pueden llegar a un entendimiento mutuamente acordado o intersubjetivo. Muchas prácticas actuales, tales como el aprendizaje colaborativo, la solución conjunta de problemas, la preparación, la colaboración, la ayuda del mentor y otras formas de aprendizaje asistido están basadas en la teoría de Vygotsky sobre el desarrollo del aprendizaje.

**Cuadro 1: Comparativos de las aportaciones sobre el aprendizaje de Piaget y Vygotsky**

<b>Posición de Piaget</b>	<b>Posición de Vygotsky</b>
<b>El cambio se promueve a partir del individuo.</b>	El cambio se promueve a partir del medio social.
<b>El pensamiento viene originado por la acción y precede al lenguaje.</b>	Se construye el lenguaje en el exterior y luego el pensamiento en el individuo.
<b>La educación genera desequilibrios cognitivos que causarán el mecanismo de aprendizaje, la equilibración.</b>	La educación debe potenciar la zona de desarrollo próximo.
<b>El sujeto construye sus significados de forma autónoma e incluso, a veces, autista.</b>	Los significados proceden del medio social externo pero deben ser interiorizados.
<b>El desarrollo precede al aprendizaje y lo explica.</b>	El aprendizaje antecede y explica el desarrollo.
<b>El desarrollo mental es un proceso de equilibrarse, un paso continuo de desequilibrio a equilibrio.</b>	Existe una relación entre el nivel de desarrollo y la capacidad potencial del aprendizaje.
<b>Propuso una psicología evolutiva. Establece un paralelismo entre adaptación</b>	Propuso la reorganización de la psicología para estructurar una teoría científica de la

<p><b>al medio y conocimiento de la realidad.</b></p>	<p>mente. Destaca el trabajo para realizar un salto cualitativo de lo biológico a lo social.</p>
---	--

Fuente: Elaboración propia a partir de AA.VV. de la Escuela de Educación de la Universidad Central de Venezuela (2005)

Puede observarse que Vygotsky concibe, al igual que Piaget, la coherencia entre el aprendizaje y el nivel de desarrollo del niño, otro aspecto diferente es que el Vygotsky señale el propósito de la educación en la identificación de las tareas en las que el alumno necesita ser ayudado. De ahí, propone que el aprendizaje se facilita en situaciones colectivas que promueven conductas de imitación, además de que la interacción con los compañeros facilita el aprendizaje por dos razones fundamentales: la necesidad de verificar el pensamiento surge en situaciones de discusión y la capacidad del niño para controlar su propio comportamiento nace en situaciones de discusión. En todo caso se requiere la interacción.

3.2.5.2.- *La perspectiva de la asimilación.* Ausubel ha criticado duramente la concepción tradicional del aprendizaje como aprendizaje memorístico. Entre los argumentos que emplea está que gran parte de la información degenera en memorismo pero este resultado no es inherente al método en sí mismo, sino al mal uso que se hace de él. Ausubel presentó por primera vez su teoría del aprendizaje significativo en 1962, con el título de “*Una teoría de la inclusión del aprendizaje y la retención significativos*”, que fue gestando durante el apogeo del paradigma conductista.

Novak en 1958 realiza varios trabajos con un modelo de aprendizaje de procesamiento de información, observa que existen “*dos elementos independientes: el conocimiento almacenado en la mente y la capacidad de procesar información.* Ausubel indicaba que los dos procesos se fundían en el proceso del nuevo aprendizaje, donde la integración de los nuevos conocimientos y los antiguos está en función de la cantidad y de la calidad de la organización de la estructura cognitiva. Este punto de vista permite integrar en un único sistema coherente muchas observaciones sobre el aprendizaje” (Novak, 1998: 75). Esta teoría trata del aprendizaje cognitivo o adquisición y empleo de conocimientos. El aprendizaje afectivo, o la información que se almacena en los centros

inferiores del cerebro, es el resultado de señales internas e interactúa con el aprendizaje cognitivo, en el que desempeña una función.

*1º) Aprendizaje significativo.* La idea fundamental, que Ausubel (1989) define como aprendizaje significativo, constituye un proceso en el que se relaciona la nueva información con algún aspecto relevante existente en la estructura cognitiva de la persona. Sin embargo, el aprendiz debe elegir hacer esto. El profesor puede fomentar que lo elija mediante el empleo de algunas herramientas. Los requisitos del aprendizaje significativo son el conocimiento previo relevante del aprendiz, los materiales significativos y que el aprendiz decida utilizar el aprendizaje significativo y no el memorístico. Este aprendizaje produce cambios constructivos en las redes neuronales. El papel del profesor se ciñe a promover un tipo de aprendizaje y evitar el otro, además de seleccionar los materiales y evaluar el conocimiento previo. Manifiesta el autor que ha de evitarse el aprendizaje memorístico debido a que es más propenso al olvido y a las interferencias entre conceptos. En cambio el significativo construye la estructura cognitiva.

*2º) Características más importantes que Ausubel atribuye a este tipo de aprendizaje:*

- a) *La inclusión*, es decir, los conceptos que va aprendiendo se van vinculando con otros conceptos, normalmente más generales o previamente aprendidos.
- b) *La inclusión obliterativa*: el olvido es un fenómeno de gran interés para la psicología de la educación, se ha llegado a la conclusión de que es rápido al aprender algo sin sentido. La tasa de olvido depende fundamentalmente del grado de significatividad asociado al proceso de aprendizaje. Al transcurrir el tiempo, la información puede incorporar atributos al concepto o a los conceptos inclusores, ahí se produce la inclusión obliterativa, los mensajes específicos no son recuperables pero las estructuras cognitivas permanecen y se han mejorado.
- c) *La diferenciación progresiva*: a medida que va adquiriendo información con un grado de significatividad, las estructuras cognitivas van proliferando y la facilidad de adquirir nuevos conocimientos aumenta de forma rápida. Por tanto, cada vez la diferencia entre el aprendizaje memorístico y el significativo se hace mayor.
- d) *La reconciliación integradora*: al modificar las estructuras cognitivas y relacionar los nuevos conceptos, se va realizando una integración de los nuevos conceptos ya que se van relacionando con los anteriores.

e) *El aprendizaje supraordenado*: al integrar los nuevos conceptos se realiza una jerarquía y se establece una ordenación de éstos dentro de los conceptos previamente adquiridos.

3º) *Organizadores previos*: Ausubel propuso que antes de la unidad de instrucción más amplia se ofreciera un pequeño segmento de instrucción que fuera más general y abstracto. Esta instrucción sirve de organizador previo para que el aprendiz relacione el nuevo conocimiento con el que ya posee. Estos organizadores previos son una estrategia de instrucción.

Dewey y Piaget habían reconocido que en la infancia el conocimiento significativo es consecuencia de la experiencia directa y el contacto con la realidad empírica. Una generalización indebida del empirismo ha llevado a consolidar la falsa idea de que en cualquier edad y bajo cualquier circunstancia el saber reflexivo, para ser significativo, debe apoyarse en la experiencia empírico-concreta.

**Cuadro 2: Concepciones sobre los procesos de aprendizaje**

CONCEPCIONES	LEYES, PROPUESTAS...
La perspectiva conductista. Wundt y Watson, B.F. Skinner, estudios psicológicos de Pavlov y Thorndike sobre el refuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Condicionamiento operante</b> . Aprendizaje = conexiones entre estímulos y respuestas.</li> <li>- <b>Ensayo y error con refuerzos y repetición</b> : las acciones con refuerzo positivo son repetidas.</li> <li>- <b>Se establecen asociaciones</b> entre estímulos.</li> <li>- <b>Enseñanza programada</b>. Los contenidos están muy estructurados y secuenciados.</li> </ul>
Teoría del procesamiento de la información (P. Hays). Influída por los estudios cibernéticos de los años cincuenta y sesenta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Captación y filtro</b> de la información a partir de las sensaciones y percepciones obtenidas.</li> <li>- <b>Almacenamiento momentáneo</b> en los registros sensoriales y entrada en la memoria a corto plazo.</li> <li>- <b>Organización y almacenamiento definitivo</b>. El conocimiento se organiza en forma de redes.</li> </ul>
Aprendizaje por descubrimiento. J. Bruner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Experimentación directa</b> sobre la realidad.</li> <li>- <b>Aprendizaje por penetración comprensiva</b>. El alumno comprende lo que es relevante, las estructuras.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Práctica de la inducción.</b></li> <li>- <b>Utilización de estrategias heurísticas.</b></li> <li>- <b>Currículum en espiral:</b> revisión y ampliación periódica los conocimientos adquiridos.</li> </ul>
<b>Aprendizaje significativo (D. Ausubel, J. Novak)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Condiciones para el aprendizaje:</b> significabilidad lógica (se puede relacionar con conocimientos previos), significabilidad psicológica (adecuación al desarrollo del alumno) y actitud activa y motivación.</li> <li>- <b>Relación de los nuevos conocimientos con los saberes previos.</b></li> <li>- <b>Utilización de organizadores previos.</b></li> <li>- <b>Diferenciación-reconciliación integradora</b> que genera una memorización comprensiva.</li> <li>- <b>Funcionalidad de los aprendizajes.</b></li> </ul>
<b>Enfoque cognitivo. Psicología cognitiva. El cognitivismo (Merrill, Gagné.. ) aparece en la década de los sesenta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>El aprendizaje es un proceso activo.</b> El aprendizaje consiste en la adquisición y representación exacta del conocimiento externo.</li> <li>- <b>Condiciones internas:</b> motivación, captación y comprensión, adquisición, retención.</li> <li>- <b>Condiciones externas:</b> son las circunstancias que rodean los actos didácticos.</li> </ul>
<b>Constructivismo. J. Piaget Aprender es transformar el conocimiento. El constructivismo considera que <i>el aprendizaje es una interpretación personal del mundo.</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Considera tres estadios de desarrollo cognitivo universales:</b> sensoriomotor, estadio de las operaciones concretas y estadio de las operaciones formales.</li> <li>- <b>Construcción del propio conocimiento mediante la interacción</b> constante con el medio.</li> <li>- <b>Reconstrucción de los esquemas de conocimiento.</b> El desarrollo y el aprendizaje se produce a partir de la secuencia: <i>equilibrio - desequilibrio – reequilibrio.</i></li> </ul>

<p><b>Socio-constructivismo. Basado en las ideas de Vygotski.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Importancia de la interacción social</b> . Aprender significa "aprender con otros".</li> <li>- <b>Incidencia en la zona de desarrollo próximo</b></li> </ul> <p>Actualmente el <b>aprendizaje colaborativo y el aprendizaje situado</b>, todo aprendizaje tiene lugar en un contexto.</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia a partir de Pere Marqués (2001)

### 3.3.- Factores significativos en el aprendizaje

Haciendo un rastreo por las diferentes perspectivas teóricas existentes sobre el aprendizaje se infiere que en el aprendizaje están siempre presentes una serie de elementos, que no tienen la misma relevancia en todas las teorías. En unas perspectivas determinados elementos del aprendizaje se presentan con mayor importancia que otros, por ejemplo, para el constructivismo social el factor más importante del aprendizaje es el entorno en el que se desarrolla, en cambio para el cognitivismo será el contenido lo que tendrá mayor realce en los procesos del aprendizaje. No obstante, en mi parecer, es científicamente defendible que el aprendizaje exige la convergencia de un conjunto de factores, ente los cuales, al menos habría que considerar los siguientes: el aprendiz, los contenidos, los procesos, las estrategias, las técnicas y los estilos del aprendizaje.

**Cuadro 3: Procesos de aprendizaje según Marqués**

ACCESO A LA INFORMACIÓN	PROCESO DE LA INFORMACIÓN (operaciones cognitivas)	PRODUCTO OBTENIDO ( <i>concepciones del aprendizaje</i> )	APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO y EVALUACIÓN (operaciones cognitivas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- entorno físico, otras personas</li> <li>- materiales didácticos: convencionales, AV, TIC</li> <li>- entorno mass-mediático</li> <li>- Internet (ciberespacio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-captación, análisis</li> <li>-interacción, experimentación</li> <li>- comunicación con otros, negociación de significados</li> <li>-elaboración, reestructuración, síntesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- memorización (*conceptos, hechos, procedimientos, normas)</li> <li>-habilidad-rutina/motriz</li> <li>-comprensión (id.*)</li> <li>-conocimiento +<i>estrategias cognitivas</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- en situaciones conocidas (repetición)</li> <li>- en nuevas situaciones (procesos de comunicación, transferencia)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Pere Marqués (2001)

**3.3.1.- La memoria del aprendiz.** El aprendiz es el elemento principal ya que es el que quiere aprender, si él no quiere es difícil el aprendizaje. El docente ha de motivar pero no puede sustituir las capacidades del alumno. Para que el discente procese la información de forma secuencial, hay que tener en cuenta tres mecanismos: el registro sensorial, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo.

*3.3.1.1.- Los mecanismos* para el procesamiento de la información comprenden al menos los siguientes:

*a) El registro sensorial* recoge la información que llega a través de los diversos órganos receptores (vista, oído, tacto) y la mantiene sólo breves décimas de segundo a fin de que actúen sobre ella los mecanismos de extracción de reconocimiento de patrones. La información que no interesa y no es atendida desaparece. El registro es limitado en cuanto a la permanencia temporal de los contenidos pero ilimitado en la cantidad de material informativo que puede recoger.

b) *La memoria a corto plazo* es como un almacén en el que la información permanece durante poco tiempo, aunque más prolongado que el registro. La memoria a corto plazo tiene también una limitación espacial ya que sólo posee cabida para una pequeña parte del aluvión informativo que le llega desde el registro. La capacidad viene estimada en términos del famoso número mágico de Miller  $7 \pm 2$ , de manera que sólo caben 7 elementos informativos, ya sean letras, palabras o frases. En la actualidad, la memoria a corto plazo se interpreta como una memoria de trabajo, el aprendiz necesita recuperar cierta información almacenada en la memoria a largo plazo y trabajar de nuevo con ella y crea nuevas estructuras relacionales. Es la que se emplea al resolver un problema, el discente tiene que poner en juego conceptos ya almacenados y estos son los que se situarán en la memoria de trabajo. Entre las funciones que tiene cabe señalar:

1. Suministra el contexto para la percepción.
2. Ayuda al recuerdo.
3. Ofrece una explicación de los sucesos inmediatamente anteriores.
4. Observa las decisiones tomadas
5. Inicia los planes para una tarea específica en un contexto concreto.

c) *La memoria o almacén a largo plazo* contiene la información organizada semánticamente y no tiene limitaciones ni con relación a la capacidad de espacio de almacenaje, ni al grado de duración temporal. El problema es recuperar todo lo almacenado.

3.3.1.2.- *Varianza*. Existen diferentes factores que varían la eficiencia del sistema que emplea el aprendiz a la hora de adquirir información, estos son los factores que diferencian a unos individuos de otros.

a) *En el registro* una estrategia que se emplea para solventar la limitación de la capacidad es la atención. Dada la ingente información, el registro debe seleccionar los “inputs” que van a ser procesados. Este filtro es lo que se llama atención.

b) *La memoria a corto plazo* tiene dos limitaciones: la capacidad de almacenaje limitada que oscila entre 5 y 9 unidades y la escasa duración temporal. La primera limitación puede solventarse mediante la *estrategia de repetición* que permite mantener el material en la memoria a corto plazo de forma indefinida. Una *segunda estrategia* consiste en organizar o agrupar los materiales informativos en unidades de orden superior, con lo que la capacidad se amplía enormemente. Por ejemplo, nueve letras en una palabra, esta palabra en una oración, de forma que guardando en la memoria nueve oracio-



nes tengo mucha información. Una *tercera estrategia* viene dada por la elaboración, la información entrante se relaciona con la previa del sujeto, facilitando la memoria a largo plazo mediante el procedimiento de la repetición, a la que se reduce la elaboración. A estas tres estrategias algunos de denominan aprendizaje significativo.

Este análisis sirve y es real, sin embargo todo esto está controlado por el propio alumno, él puede facilitar o dificultar su propio aprendizaje sólo con la actitud, con las disposiciones y con su historia personal, su adquisición de estrategias y conocimientos previos que le facilitarían los procesos presentes.

3.3.1.3.- *Estudios sobre la memoria.* En el aprendizaje hay una estructura biológica, la memoria, que tiene un papel importante en el aprendizaje que consiste en adquirir competencias, habilidades, destrezas, informaciones, establece relaciones, etc., que con posterioridad han de recordarse e incluso vivificarse. La memoria se ha estudiado en el siglo XX de manera continua y se han descubierto sus fundamentos biológicos y de esta guisa se han estudiado estrategias que faciliten su función. Los expertos suelen afirmar que *“la memoria dentro del cerebro reside en varias partes, cada una se dedica a actividades diferentes, las áreas lingüísticas del lóbulo temporal se encargan de memorizar palabras abstractas, otros estudios han manifestado que la recuperación de información de la memoria está vinculada a la corteza prefrontal izquierda, si se da el caso de la recuperación de palabras imaginables se relaciona con la corteza parietal. El lóbulo parietal está implicado en el procesamiento de relaciones espaciales entre objetos y en la comprensión de los números y el aprendizaje de la música, además se utiliza para las conexiones con el resto de la corteza visual, esto facilita el acceso a los almacenes de memoria visual. La repetición de ítems está relacionada con la actividad de la corteza premotora y frontal inferior del hemisferio izquierdo. También en la función cerebral se diversifica la atención a los estímulos, es decir, el área del cerebro que se ocupa del significado es diferente de la que atiende al sonido”*(Blakemore y Frith, 2007: 222).

Estos estudios tienen influencia sobre la labor del profesor y sobre el conocimiento propio del alumno. El profesor debe atender a todos los tipos de aprendizaje que se encuentran en el aula, por ejemplo existen alumnos que tienen gran facilidad de aprendizaje mediante construcciones rítmicas mientras otros emplean listas de palabras o estrategias visuales. El profesor debe buscar que los alumnos adquieran los conoci-

mientos mediante las estrategias más adecuadas, sin embargo atender a esto en el día a día de una clase con muchos alumnos es complicado. El alumno debe conocer sus posibilidades y limitaciones para desarrollar la estrategia que facilite su aprendizaje. Se ha observado, acorde a las concepciones del aprendizaje, que la memoria de listas de palabras sin relaciones se guardan durante un corto período de tiempo y requieren un mayor esfuerzo recordarlas, en cambio los aprendizajes de informaciones relacionadas con conocimientos previos e interconectados entre sí facilitan mucho la tarea del alumno.

*1º) Palabras concretas y palabras abstractas.* A finales de la década de los sesenta, el psicólogo canadiense Alan Paivio (1986) puso de manifiesto que las palabras concretas son más fáciles de recordar que las abstractas. Esto se atribuía al hecho de que las palabras concretas son más imaginables que las abstractas. Se sugirió que se podían usar imágenes visuales para potenciar el aprendizaje. Aprender una lista de palabras es efectivamente más fácil si las visualizamos. Es incluso más fácil si imaginamos los objetos combinados o interaccionando unos con otros que si intentamos aprender las palabras de forma aislada.

*2º) Entrenamiento de la memoria.* Eleanor Maguire (2001) efectuó escáneres a personas que participaban en olimpiadas de la memoria, estas personas, famosas por sus asombrosas destrezas memorísticas, no eran más inteligentes que las demás, sin embargo parecía que habían entrenado a determinadas partes del cerebro a almacenar y recuperar la información. Estos siempre empleaban imágenes mentales. Así, la memoria a corto plazo parece susceptible de entrenamiento.

*3º) Escenas aversivas.* Otras investigaciones sobre la memoria llevadas a cabo por Stephen Kosslyn (1994) y sus colegas tuvieron el resultado siguiente: imaginar escenas aversivas activa ciertas áreas cerebrales más que imaginar estímulos neutros. Estos episodios imaginados también son procesados por el cerebro emocional. Se ha afirmado que estos procedimientos de formación de imágenes pueden afectar a muchísimas funciones corporales, incluyendo a los sistemas hormonal e inmunitario. Este hallazgo tiene grandes implicaciones en el aprendizaje. Se ha llegado a la conclusión de que el aprendizaje óptimo se realiza bajo cierto nivel de estrés, si éste es excesivo perjudica. Se puede emplear la formación de imágenes emocionales para modular los niveles de estrés. Sin embargo, la capacidad de la formación de imágenes varía considerablemente de unas personas a otras.

4º) *La imitación es una arraigada estrategia de aprendizaje.* Poco después de nacer, los bebés ya pueden imitar algunos de los gestos comunicativos de quienes los rodean. Esto lo descubrió hace unos treinta años Andrew Meltzoff (1994) de la universidad de Washington, Seattle. Esta capacidad además nos vincula con lo que nos rodea. Los niños de todas las edades –y hasta cierto punto los adultos- tienden a hacer suyos los valores, actitudes y conductas de sus compañeros, sea en la vida real, los libros o la televisión. En cuanto a los mecanismos cerebrales, que subyacen a la imitación, ciertos estudios de neuroimágenes han revelado que simplemente observar a alguien moverse activa áreas cerebrales similares a las activadas al producir movimientos uno mismo. Jean Decety (1997) y sus colegas de Francia pusieron de manifiesto que la actividad en las regiones motoras cerebrales se incrementa si el observador ve las acciones de alguien con la intención de imitarlas más tarde. Nuestro cerebro imita las acciones de otras personas aunque nosotros no lo hagamos. Las neuronas que se excitan al ver estas acciones son las llamadas neuronas especulares porque reflejan como un espejo la conducta observada.

Las aportaciones, que los precedentes estudios han realizado sobre el aprendizaje, pueden ser de utilidad en el aula, aunque estos estudios se hayan realizado con el fin de estudiar el aprendizaje de tareas y en la educación es importante imitar actitudes, mentalidades y emociones. Por tanto, nos hace caer en la cuenta que es importante para el docente transmitir no sólo qué sabemos sino también poner de manifiesto cómo lo sabemos. En el proceso del aprendizaje, los valores, las ideas y la actitud del maestro ante el mismo podrían ser tan importantes como el material que se está enseñando. Las personas exhiben sus actitudes y creencias continuamente, a menudo sin pretenderlo. Son estas actitudes y creencias las que los alumnos captan e imitan fácilmente incluso cuando no es esta su intención. No imitamos cualquier cosa, sino con más probabilidad a aquellos a quienes admiramos. Los niños y los adultos emulan a sus modelos, en especial a los líderes de su grupo de iguales.

5º) *El factor del desfase horario afecta al cerebro.* En un estudio realizado por Kwangwook Cho (2001) de la universidad de Bristol, Reino Unido, se llegó a la conclusión de que las personas que sufrían más desfase horario por su trabajo hacían peor las tareas de memoria espacial y tenían más altos los niveles de una hormona del estrés. Además, el volumen de ciertas partes de la corteza temporal y el hipocampo – regiones cerebrales relacionadas con el aprendizaje y la memoria - era menor en las personas que

sufrían más veces el desfase horario. Se han hecho otros estudios acerca de cómo afecta la privación de sueño a la toma de decisiones e incluso se ha observado que los militares a partir de las 36 horas de vigilia pueden llegar a bombardear a sus propias tropas. El sueño, por tanto, tiene una notable importancia para el aprendizaje, para la toma de decisiones y para la innovación. En investigaciones recientes, se ha comprobado que el sueño es importante en el aprendizaje. Al parecer las regiones cerebrales implicadas en el aprendizaje del día anterior se reactivan durante el sueño. Se ha interpretado que esta actividad corresponde a la formación de memorias sobre experiencias e información recibidas durante el día.

6º) *La gratificación.* En un estudio sobre el retraso en la recepción de la gratificación, se pudo ver que los que conseguían contenerse fueron en el futuro los que obtuvieron puntuaciones mejores en test de perseverancia, concentración e incluso en pruebas lógicas y cognitivas. Algún estudio - un grupo de alumnos se tenían que aprender una lista de palabras, cuando lo hicieron a unos se les dio las gracias, a otro se les elogió y a otro se les dio un dólar, volvieron a hacer la prueba otra vez después de varias semanas y los terceros consiguieron unos resultados considerablemente mejores que los otros - demuestra que las gratificaciones moderadas pueden producir efectos considerablemente mejores que el refuerzo social por sí solo.

Con estos estudios y otras investigaciones complementarias se pueden planificar las clases adaptándose a la situación. Si un tema principal se aborda en dos sesiones, el mejor resultado se obtendría, si se planifica de tal forma que se da en un día y el siguiente se refuerza ya que ha tenido lugar el sueño y se han reactivado las regiones cerebrales implicadas en el aprendizaje, en lugar de repartir la materia en dos días. Para que se produzca el aprendizaje óptimo, los estudiantes han de ser emocionalmente competentes, capaces de contenerse y refrenar las reacciones impulsivas ante sucesos. El procesamiento emocional tiene que ver con la interacción de las regiones de niveles profundos que procesan emociones de forma automática, inconsciente y rápida, y de las estructuras cerebrales muy evolucionadas que se ocupan de procesos cognitivos más conscientes, como la planificación y la toma de decisiones.

Una vez ahondado en el aspecto de la memoria, importante a la hora de adquirir conocimientos, se puede pasar a estudiar los contenidos que memoriza el aprendiz. Este sería el segundo elemento, totalmente necesario porque nadie puede procesar información vacía, deberá tener sustancia, esto es el contenido.

**3.3.2.- El aprendizaje de los contenidos.** Los contenidos son la clave del currículum, nadie puede pensar en conseguir ciertas competencias, habilidades y destrezas sobre la base de ningún contenido porque ya esa habilidad será en parte contenido. Estos son procesados en términos de conocimiento ya almacenado por el sujeto. Estos conocimientos cobran significado desde las estructuras cognitivas organizadas, es decir, los esquemas propios del sujeto. Estos esquemas se interpretan como patrones generales de conocimiento o como estructuras cognitivas organizadas a las cuales se asimilan los nuevos conocimientos adquiridos que son incorporables a otros esquemas de nivel superior. Los esquemas abarcan la visión que el sujeto tiene del mundo y dirigen la organización perceptiva y los procesos suministradores de elementos informativos del medio natural y cultural. La información adquirida va modificando el conocimiento esquemático.

*3.3.2.1.- El aprendizaje atendiendo a los tipos de conocimiento.* Se distinguen dos tipos generales de conocimiento: el declarativo (qué) y el procedimental (cómo). Gagné (1985) señala tres criterios sobre los que se apoya la distinción: el contenido, la rapidez de activación y la forma de representación. El declarativo hace referencia a lo que una cosa es y el procedimental a cómo se hace. El primero es estático, hace referencia a la capacidad de reproducir una información; y el segundo es dinámico, expresa la capacidad de operar y transformar la información. El primero se representa por proposiciones, una relación y unos argumentos; mientras el segundo mediante producciones, si se cumple una condición tiene lugar una acción.

Las pruebas de conocimiento declarativo exigen recuerdo, mientras que las pruebas de conocimiento procedimental exigen identificar una figura o resolver una operación matemática. El conocimiento declarativo abarca los hechos y las teorías que se han almacenado a largo plazo, está representado en una red proposicional, las ideas están unidas unas con otras, por tanto el nuevo conocimiento declarativo trae una serie de ideas que estarán unidas con las anteriores, lo que lleva a almacenar el nuevo conocimiento con el conocimiento relevante anterior en la red proposicional.

Los esquemas están formados por conocimientos declarativos intercalados por conocimientos procedimentales, es decir, con enunciados de ‘si – entonces’. Está de-

mostrado que los expertos tienen estructuras organizadas más complejas de conocimiento declarativo y procedimental. A medida que se consigue la competencia, la atención prestada a las estructuras de superficie se desplaza a las estructuras profundas y las relaciones simples van siendo reemplazadas por las relaciones de orden superior. Durante la adquisición de competencias, algún conocimiento declarativo queda incrustado en el conocimiento procedimental.

*3.3.2.2.- Estrategias procedimentales.* Existen estrategias que pueden solventar las limitaciones. Es evidente la utilidad de la estrategia de repetición, más si cabe cuanto mayor información tenga que acumular el aprendiz y también al necesitar estructurar los contenidos aprendidos. También se puede mejorar el proceso del aprendizaje por medio de los organizadores previos, que son estructuras cognitivas que se introducen antes de la presentación oficial del material a aprender. Son beneficiosos si el material es potencialmente significativo y el sujeto tiene voluntad de aprender significativamente. No parece tan beneficioso si el estudiante tiene la organización conceptual adecuada o si las estrategias del estudiante relacionan efectivamente el aprendizaje nuevo con el viejo. Si el significado surge cuando se ponen en contacto las estructuras cognitivas del sujeto con el nuevo conocimiento, cuanto más organizado se encuentra este nuevo conocimiento mejores resultados se obtendrán en el aprendizaje. Esta organización afecta a las interconexiones entre los conceptos y al contexto en el que se produce dicho aprendizaje.

La provisión de contextos ayuda a definir los esquemas activados y juega un papel crucial en el establecimiento de esquemas que alteran o transforman el significado de un suceso. Por ejemplo, ponerle un título a un pasaje ambiguo facilita la memoria. El contexto parece influir sobre la activación de esquemas, el significado de las palabras y los conceptos, la reconstrucción y la extensión de la activación. Se ha de tener en cuenta que las interferencias aprendidas en un contexto pueden ser irrecuperables en otro contexto.

Además del aprendiz y de los contenidos, también cabe señalar que para realizar el aprendizaje se necesitan otros procesos para que dichos contenidos sean adquiridos por el que aprende. La batalla del aprendizaje escolar en los últimos años ha sido la de los procesos de aprendizaje. Los resultados han sido satisfactorios gracias al esfuerzo de una serie de especialistas que han destacado - frente a los contenidos, finalidad casi ex-

clusiva del enfoque tradicional - los procesos, que se han convertido en claves para el aprendizaje significativo.

3.3.2.3.- *Perspectivas significativas.* Por ejemplo, Piaget destacó que el aprendizaje es una construcción personal, explica la génesis del conocimiento por medio de la construcción de estructuras que surgen en el proceso de interacción del organismo con el ambiente. Ausubel señala que el aprendizaje debe ser significativo y no mecánico. Han de establecerse relaciones de forma congruente, se requiere material de aprendizaje potencialmente significativo y la disposición del sujeto a aprender significativamente. Por tanto, la información nueva debe incorporarse dentro de la estructura cognitiva del estudiante.

Wittrock (1989) señaló el carácter generativo del aprendizaje. Los sujetos aprenden material significativo construyendo relaciones entre la nueva información y la almacenada en la memoria a largo plazo. El estudiante debe sacar inferencias y luego buscar activamente “feedback” sobre la adecuación de estas relaciones. Brandsford (1979) dice que el conocimiento se adquiere en un contexto específico pero que ha de ser más abstracto para que el estudiante lo pueda emplear en otras situaciones.

Para Gagné (1985) el aprendizaje de un nivel de complejidad depende de la adquisición de conocimientos subordinados, poniendo de relieve la jerarquía y la exigencia de la instrucción adecuada. Eysenck (1982) destaca la distinta suerte que corren los sujetos a lo largo de los diferentes niveles escolares en función de su carácter introvertido o extrovertido. En edades tempranas los segundos rinden mejor, sin embargo posteriormente es al revés. Para Cronback (1975) es obvia la necesidad de ajustar los métodos de enseñanza de los profesores a las aptitudes y capacidades de los estudiantes individualmente considerados. Para Carroll (1993) el aprendizaje ha de ajustarse a la disponibilidad de tiempo por parte del sujeto, el estudiante tendrá éxito al aprender una tarea determinada en la medida en que disponga del tiempo necesario para aprender esta tarea. El aprendizaje es un transfer, como ha señalado Voss (1987), esto quiere decir que lo más importante para aprender algo no es lo que se va a aprender, sino lo ya aprendido, porque es con esto con lo que tiene que relacionarse para que el sujeto pueda incorporar nuevos conocimientos.

Según Norman (1973), la información se almacena en la memoria en forma de unidades o nódulos de conocimiento y cada uno puede contener otros nódulos. Esto es lo que hay que estudiar para comprender el aprendizaje. Hay tres maneras de aprender: integrando nuevos conocimientos al esquema ya existente en los nódulos, adquirir una nueva visión dentro de la estructura material y especializando la información que los nódulos tienen del contenido.

Existen muchos autores partidarios de la modularidad de la mente, Barkow, Cosmides y Tooby (1992) entienden la mente como un conjunto de subunidades diferentes y aislables. Fodor (1983) fue el primero en emplear el término “modularidad de la mente”.

En 1979, la Fundación Bernard van Leer, organización que ayuda y apoya las investigaciones en materia de educación para beneficiar a niños en situación de desventaja social, pidió a la Facultad de Educación para Postgraduados de la Universidad de Harvard evaluar el estado del conocimiento científico con respecto al potencial humano y sus manifestaciones. Esta intención se plasmó en el llamado Proyecto sobre el Potencial Humano. De aquí surgió Estructuras de la mente: La teoría de las múltiples inteligencias (1983) de Howard Gardner, un estudio centrado en las facultades intelectuales humanas. La teoría postulaba que el cerebro humano procesa información no solamente de una manera, sino de siete. En la actualidad, dirige en Harvard el Proyecto Cero que estudia la cognición y el desarrollo en las artes.

La visión de Gardner es que hay evidencias persuasivas sobre la existencia de varias competencias intelectuales relativamente autónomas, lo que se llama inteligencias múltiples (IM). Para esta teoría es importante tener presente una serie de aspectos biológicos ya comentados como por ejemplo, la relación entre el funcionamiento cerebral y la inteligencia, la dominancia de los hemisferios, la distribución de las funciones de la inteligencia dentro del cerebro, también cabe reseñar las diferentes fases en el crecimiento que afectan al cerebro y a su desarrollo que nos puede recordar a los estadios de Piaget.

Para hablar sobre las diferentes inteligencias es necesario que sepamos cómo define Gardner la inteligencia, ésta queda definida como “la capacidad para resolver problemas o elaborar productos valiosos en un contexto cultural o en una comunidad de-



terminada” (Gardner, 1983). Esta definición queda refinada como “un potencial biopsicológico para procesar información que puede ser activado en un marco cultural para resolver problemas o crear productos de valor en una cultura” (Gardner, 1993 y 1999,). También añade una serie de ocho criterios que debe cumplir una competencia para ser considerada auténtica inteligencia:

**Cuadro 4: Criterios de una auténtica inteligencia**

<b>Criterio</b>	<b>Explicación</b>
<b>Posible aislamiento por daño cerebral</b>	Si una facultad queda afectada y las demás no dicha facultad es autónoma.
<b>Existencia de personas excepcionales</b>	Personas que son muy capaces en algún aspecto pero en otros no.
<b>Operación modular</b>	Conjunto de operaciones que manejan determinados tipos de entrada.
<b>Historia de desarrollo</b>	Una inteligencia debiera tener una historia identificable.
<b>Historia evolucionista</b>	Una inteligencia de la que se puede conocer la evolución
<b>Tareas psicológicas experimentales</b>	La psicología puede estudiar detalles de una inteligencia específica.
<b>Hallazgos psicométricos</b>	Pruebas que reflejan el mismo factor subyacente.
<b>Posibilidad de codificación por símbolos</b>	La comunicación del conocimiento sucede a través de sistemas simbólicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gardner (1983)

Como se puede observar por los criterios la distinción entre una inteligencia y otra o la simple definición de un tipo de inteligencia se hace complicada, sin embargo se suele hacer un muestreo entre todos los criterios y así se pueden distinguir las siguientes:

**Cuadro 5: Tipos de inteligencias**

Inteligencia	Explicación
<b>Lingüístico-verbal</b>	La habilidad de hablar, procesar un mensaje, codificarlo por el lenguaje, uso de idiomas.
<b>Lógico-matemática</b>	Capacidad para razonar de forma lógica y solucionar problemas. Relacionada con los números, tiempo, espacio y causalidad.
<b>Musical</b>	La relacionada con las dotes musicales.
<b>Espacial</b>	Ligada al mundo concreto, mundo de los objetos y su ubicación. Relacionada con las imágenes
<b>Cinético-corporal</b>	Relacionada con habilidades como la mímica, actuación, baile, deporte e invención de objetos.
<b>Personales</b>	Capacidad de las personas para fijarse en cualidades psicológicas de los demás (interpersonal) y la capacidad de conocerse (intrapersonal).
<b>Naturalista</b>	La que reconoce y clasifica las numerosas especies, la flora y la fauna de su entorno.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gardner (1983)

Es verdad que se pueden incluir otras inteligencias más o que se pueden descubrir otras capacidades, también se puede no hablar de inteligencia personal y sí de inteligencias interpersonal e intrapersonal.

Ahora me voy a centrar más en las inteligencias que hacen referencia al aprendizaje de la termodinámica, éstas podrían ser la lingüística-verbal, la lógico-matemática y un poco la espacial.

La inteligencia lingüística-verbal es la capacidad preeminente de la inteligencia humana, ésta puede ser la que cumpla todos los criterios de forma más clara. Es universal en el género humano aún teniendo ciertas deficiencias como la sordera. Su campo se extiende desde la semántica, la fonología, sintaxis hasta el habla poética, lírica...Estos

procesos estriban en el córtex temporal del hemisferio izquierdo, salvo los usos del lenguaje que se encuentran en el hemisferio derecho. En cuanto a la habilidad de procesar los mensajes parece depender del lóbulo temporal del hemisferio izquierdo en los diestros. Existen también diferentes afasias que son un trastorno en la capacidad de hablar o de comprender de forma parcial o total.

La inteligencia lógico-matemática es la más aceptada junto con la anterior. Se centra en la capacidad de razonar de forma lógica y solucionar problemas. Relaciona un conjunto de competencias interrelacionadas que son números, matemáticas, lógica y ciencia. Además de comprender operaciones relacionadas con los números, tiempo, espacio y causalidad. En torno a los 18 meses el niño puede apreciar este mundo en una estructura espacio-temporal. Existe una gran interrelación entre matemáticas y ciencia. La química y la física explican el cambio pero siempre necesitan de la ayuda del cálculo. Estas habilidades numéricas se encuentran en el hemisferio derecho, no obstante la capacidad de leer y producir signos matemáticos es una habilidad del hemisferio izquierdo. Existen personas con deterioro aislado para aprender aritmética como son los afectados por el síndrome de Gerstmann y, por otro lado, también están los niños prodigio.

La inteligencia espacial tiene como función más básica la habilidad de percibir una forma u objeto, sirve también para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales y para recrear aspectos de la experiencia visual propia. Se refiere a la imaginación mental, a la habilidad para fijarse en los detalles de un elemento...Una persona que tenga esta capacidad muy desarrollada tendrá un gran dominio espacial. Está relacionada con la capacidad visual. Parece ser que esta inteligencia reside en las regiones temporales inferiores del cerebro (profundidad, color, tamaño y forma), mientras el lóbulo frontal se preocupa de la ubicación espacial, el lóbulo parietal y las porciones posteriores de la mitad derecha del cerebro tienen responsabilidad de las actividades como situarse, reconocer objetos y observar detalles.

**3.3.3.- Los procesos del aprendizaje.** El aprendizaje comprende una serie de etapas sucesivas: seleccionar, organizar, elaborar, aplicar y evaluar (Beltrán Llera, 1993). Al dividir en una serie de tareas más pequeñas estamos admitiendo que el apren-

dizaje se organiza en procesos más pequeños que conforman toda la tarea de aprender. Los procesos de aprendizaje son sugeridos por el profesor y puestos en marcha por el alumno mientras aprende. Tienen dos particularidades, que aunque cada uno de estos procesos constituye una parte esencial del aprendizaje y puede realizarse de formas diferentes, dando lugar a estrategias que señalan objetivos o metas marcadas previamente por el sujeto o demandadas por los objetivos. Por ejemplo, la atención se puede conseguir con recursos diversos por medio de una estrategia selectiva o una estrategia global. En segundo lugar, esos procesos pueden ser iniciados dentro de la situación de enseñanza - aprendizaje por el profesor o por el estudiante. Lo importante es que todos esos procesos sean ejecutados por el estudiante, tanto si es el alumno o el profesor el que asume la responsabilidad de activarlos.

Estos procesos son diferentes según los autores y no coinciden en este aspecto ni en el nombre ni en el número de procesos de aprendizaje.

**Cuadro 6: Procesos de aprendizaje**

<b>Gagné</b>	<b>Cook Mayer</b>	<b>Rohwer</b>	<b>Shuell</b>	<b>Beltrán</b>
Expectativas			Expectativas	Sensibilización
Atención	Selección	Selección	Atención	Atención
Codificación	Adquisición	Comprensión	Codificación	Adquisición
Almacenaje	Construcción	Memoria	Comparación	Personalización
Recuperación	Integración	Recuperación	Repetición	Recuperación
Transfer		Integración		Transfer
Respuesta		Autocontrol		
Refuerzo			Evaluación	Evaluación

Fuente: Elaboración propia a partir de Beltrán Llera (1993)

*3.3.3.1.- Explicación de las claves del cuadro precedente. La sensibilización está integrada por tres procesos: motivación, emoción y actitudes. Es similar a las *expectativas*, si bien con este término se prefiere la referencia a las metas que pretende conseguir el alumno y en las que quedan comprendidos los tres procesos citados anteriormente.*

*La atención*, una vez motivada, determina las estrategias de atención utilizadas y no sólo cuánta información llegará a la memoria sino, sobre todo, qué clase de información va a llegar. Se trata de una atención fundamentalmente selectiva que separa la información relevante de la irrelevante.

*La adquisición*: los conocimientos una vez codificados y representados en la memoria a largo plazo, no se comportan de manera estática sino que sufren diversas transformaciones. A estas las ha llamado Piaget proceso de acomodación. Este almacenamiento y retención de los contenidos, se puede realizar mediante las estrategias de repetición que mantiene el material en un circuito permanente en la memoria a corto plazo y ayuda a transferirlo a la memoria a largo plazo.

*La personalización y control* significan lo siguiente: el sujeto asume la responsabilidad del aprendizaje, asegura la validez y pertinencia de los conocimientos obtenidos y explora nuevas fronteras al margen de lo establecido o lo convencional.

*La recuperación* consiste en que la memoria revive el material almacenado. Para ello, parece que la forma sensata de proceder consiste en el empleo de claves relacionadas con el material informativo almacenado. Cuando el material ha sido organizado basta con recordar los criterios bajo los cuales se organizó.

*El transfer* es la aplicación que realiza el sujeto a otras situaciones. Consiste en la capacidad del sujeto de adaptar los contenidos a los diferentes contextos. Esta es la utilidad del aprendizaje sino sería un continuo repetir.

*La evaluación* tiene como fin comprobar que el sujeto ha alcanzado los objetivos propuestos. Tiene dos connotaciones: una de justificación o de gratificación por los resultados conseguidos y otra de valor informativo confirmando los objetivos alcanzados.

*3.3.3.2.- Orden de los procesos.* Los procesos de aprendizaje no se producen necesariamente en este orden sino que son interactivos. Dependiendo de la concepción del aprendizaje que un autor tenga se centran más en un aspecto o en otro, las teorías cognitivas se fijarán más en la adquisición de conocimientos. Los procesos de aprendizaje constituyen una cadena procesual cognitiva. Entre estos procesos, se establece no sólo una semejanza formal sino, una verdadera continuidad diacrónica (comienza en la atención y termina en la evaluación) y sincrónica ya que en cada momento están implicados todos los procesos (se atiende, se comprende, se retiene, se recupera...). La relación entre los procesos es bidireccional ya que la atención influye en la comprensión y la

comprensión en la atención y lo mismo ocurre en el resto de eslabones. Estos procesos se pueden llevar a cabo a través de actividades mentales muy diversas, dando lugar a estrategias más o menos eficaces. Estas actividades pueden ser diseñadas por el docente o el discente. Muchos sujetos carecen de estrategias o utilizan estrategias inadecuadas.

**3.3.4.- Las estrategias de aprendizaje.** Los especialistas no han conseguido ponerse de acuerdo sobre lo que entienden por estrategia, ni tampoco sobre cuáles son los límites que la separan de otros constructos afines. El término proceso de aprendizaje se utiliza con preferencia para significar la cadena general de macroactividades u operaciones mentales en el acto de aprender. Por el contrario, las técnicas son actividades fácilmente visibles, operativas y manipulables. Entre los procesos y las técnicas están las estrategias.

*3.3.4.1.- Utilidad, noción y características de las estrategias.* Las estrategias tienen un carácter intencional e implican un plan de acción. Si el estudiante desea comprender un mensaje a partir de unos datos informativos puede utilizar una estrategia de selección que le ayude a separar lo relevante de lo irrelevante – y para ello puede servirse de una técnica como el subrayado o las letras cursivas –, puede emplear una estrategia de organización que ponga orden en los datos – y para ello puede servirse de una técnica como el mapa conceptual –, o puede utilizar una estrategia de elaboración que le permite comparar el conocimiento nuevo con el conocimiento previo y para ello puede servirse de una técnica tan eficaz como la interrogación. El proceso es el mismo en los tres casos, siempre se recurre a la comprensión significativa. Las estrategias están al servicio de los procesos y las técnicas al servicio de las estrategias.

Estas estrategias son grandes herramientas para el pensamiento, de hecho algunas llegan a potenciar la acción del cerebro hasta límites increíbles, de ahí que algunos de los especialistas hayan llamado a las estrategias “inteligencia ampliada” (Beltrán Llera, 2003: 56).

Las estrategias pertenecen al conocimiento procedimental, al cómo se hacen las cosas. No son otra cosa que las operaciones que realiza el pensamiento cuando ha de enfrentarse a la tarea del aprendizaje. Como el aprendizaje es la huella del pensamiento, se podría afirmar que la calidad del aprendizaje pasa más por la calidad de las acciones del estudiante que por la calidad de las actividades del profesor. Si el estudiante sólo se

dedica a repetir o reproducir los conocimientos, el aprendizaje será meramente repetitivo. Si selecciona, organiza y elabora los conocimientos, el aprendizaje será constructivo y significativo. Las estrategias promueven un aprendizaje autónomo, independiente. De tal manera que el control del aprendizaje vaya pasando de las manos del profesor a las de los alumnos. Esto es especialmente provechoso cuando el estudiante es capaz de planificar, regular y evaluar su propio aprendizaje, es decir, cuando posee y domina las estrategias metacognitivas de aprendizaje.

Las estrategias deben fortalecer el querer, el poder o la capacidad y el decidir. Existen estrategias que pueden favorecer la aparición del deseo de saber como por ejemplo estrategias de apoyo amparada en la curiosidad, el desafío, la confianza, el autocontrol o el disfrute. Las estrategias tienen que ver con la capacidad ya que ésta se basa en tres grandes habilidades estratégicas: la selección, la organización y la elaboración de la información. Estas son las que permiten transformar la información en conocimiento. También tienen campo en la toma de decisiones, éstas son las metacognitivas, que tienen como tarea planificar, controlar y evaluar.

*3.3.4.2.- Perspectiva histórica.* Ya en la antigua Grecia y Roma profesores y retóricos, entre los que es obligado citar a Cicerón y Quintiliano, compartían el interés por la enseñanza de estrategias de aprendizaje. Aprender a almacenar y recordar información era una parte importante de la educación superior porque la mayor parte se dedicaban al arte de hablar en público. La idea de que más importante que enseñar las ciencias es enseñar el gusto por las ciencias y los métodos de aprenderlas, preside la investigación centrada en las estrategias de aprendizaje en los últimos años. Las raíces inmediatas de este movimiento de investigación sobre las estrategias hay que buscarlas en Binet, Baldwin, Piaget, Dewey, entre otros. Más recientemente, hay que recordar la popular y extendida técnica del SQ3R de Robinson (1946), o los trabajos de Tulving (1983), Rotkopf, Paivio (1986) o Flavell (1976).

En los últimos años en la educación superior se ha constatado la llegada de estudiantes que no eran capaces de seguir los estudios debido a que no habían desarrollado eficazmente las estrategias necesarias para aprender. La enseñanza se había centrado más en la adquisición de conocimientos y en la actualidad se está acentuando la necesidad de abrirse a los procedimientos para la adquisición de los conocimientos. Esta nueva cultura del aprendizaje ha de elaborar estrategias de aprendizaje acordes con esas metas. De hecho, aprender a aprender es una demanda de formación cada vez más ex-

tendida en nuestra sociedad, uno de los rasgos que definen a la nueva cultura del aprendizaje, hasta el punto de estarse convirtiendo en una boyante industria, en la que florecen todo tipo de cursos de técnicas de estudio propuestas para el autoaprendizaje.

Sin embargo, las técnicas de estudio van más encaminadas al aprendizaje memorístico que al aprendizaje significativo. Las estrategias se sitúan en otro nivel distinto al de las técnicas: hacen referencia a operaciones o actividades mentales que facilitan y desarrollan los diversos procesos. Podemos organizar, retener y recuperar el material informativo que tenemos que aprender, al mismo tiempo que planificamos, regulamos y evaluamos estos procesos en función del objetivo exigido por las demandas.

En el desarrollo de la persona aparece una etapa crítica para el dominio de estas estrategias entre los 11 y los 14 años que es cuando aparece el pensamiento formal propio del adulto. Se ha definido este concepto de forma muy variada, Weinstein, Derry, Murphy, Snowman, Danserau, Schmeck, Mayer son algunos que han tratado de definir el concepto de estrategias de aprendizaje. Habla de que son una serie de competencias, un conjunto de actividades mentales, procesos para facilitar la adquisición de información, aquellas que impactan en nuestro pensamiento. Una de las definiciones más aceptada es la Weinstein y Mayer (1985) como conocimientos o conductas que influyen en los procesos de codificación y facilitan la adquisición y recuperación de nuevo conocimiento.

Las estrategias para Gagné (1985) son el resultado de la experiencia y de la inteligencia, son entrenables y surgen del aprendizaje de los contenidos. Para Biggs las estrategias se dividen en macroestrategias que tienen una relación directa con la ejecución (forma general de ordenar y relacionar los datos de una tarea), meso-estrategias serían los estilos de aprendizaje y las técnicas de estudio y las microestrategias ligadas a la naturaleza de las tareas. Sternberg (1990) manifiesta que las estrategias deben desarrollar habilidades en diferentes áreas: reconocer y definir problemas y seleccionar una estrategia para combinar los componentes. Flavell (1976) dice que el alumno modelo selecciona estrategias a fin de alcanzar algunas metas que conducen a experiencias metacognitivas.

Como se puede observar, en general los autores son partidarios de que estas habilidades son entrenables y susceptibles de instrucción directa, ya se refieran a un aspecto concreto o a un plan general.



3.3.4.3.- *Tipología*. La clasificación de las estrategias puede ser muy variada ya que cada autor tiene sus puntos de vista bien definidos y parcialmente diferentes a los de otros.

**Cuadro 7: Estrategias de aprendizaje**

<b>Autor</b>	<b>Estrategias</b>
<b>Danserau (1978)</b>	Primarias: comprensión-retención y recuperación-utilización De apoyo: aplicación de la concentración y diagnóstico.
<b>Weinstein (1982)</b>	Rutinarias (memorización), físicas (anotar diferencias entre palabras), imaginativas, de elaboración y de agrupación.
<b>Jones (1986)</b>	Codificación (nombrar, elaborar ideas claves), generativas (visualizar analogías) y constructivas (síntesis).
<b>Derry y Murphy (1986)</b>	Memoria, lectura-estudio, habilidades de solución de problemas aplicables y de apoyo afectivo.
<b>Chipman y Segal (1985)</b>	Adquisición de conocimientos, solución de problemas, metacognitivas.
<b>Weinstein y Mayer (1986)</b>	Repetición, elaboración, organización, control de la comprensión y afectivas.
<b>Pozo (1990)</b>	Repaso, elaboración y organización.
<b>AA.VV. (2002)</b>	De autorregulación (planificación, revisión), cognitivas (selección, organización), motivacionales y de gestión de recursos (el tiempo).

Fuente: Elaboración propia a partir de Beltrán (1993), Pozo (1996) y AA.VV. (2002).

Se puede establecer un paralelismo entre los procesos que integran el aprendizaje y las estrategias. Por ejemplo, Danserau (1978) establece un modelo de metaestrategia que se resume en el acrónimo MURDER: *Mood* (motivar): tener una actitud mental positiva. *Understand* (comprender): al leer captar las ideas. *Recall* (recordar): resumir lo que se ha leído sin leerlo. *Digest* (asimilar): comprobar errores y omisiones.

*Expand* (ampliar): facilitar la memoria añadiendo imágenes mentales. *Revue* (releer): repasar el material que tiene que ser recordado.

Siguiendo los procesos de Beltrán Llera (1993) están:

### Cuadro 8: Estrategias cognitivas

Proceso de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje
<b>Sensibilización</b>	Motivación (búsqueda de éxito), actitudes (formación), emoción (control emocional).
<b>Atención</b>	Atención global, selectiva, sostenida.
<b>Adquisición</b>	Selección, repetición, organización, elaboración.
<b>Personalización</b>	Creatividad, pensamiento crítico, autorregulación.
<b>Recuperación</b>	Búsqueda dirigida, búsqueda al azar...
<b>Transfer</b>	De alto nivel, de bajo nivel.
<b>Evaluación</b>	Inicial, final, formativa, criterial...

Fuente: Elaboración propia a partir de Beltrán Llera (1993)

Además también establece una serie de estrategias metacognitivas como son las referidas al conocimiento de la persona, de la tarea y de la estrategia; y de control, aquí se introducen las de planificación, regulación y evaluación.

Para evaluar las estrategias de aprendizaje se idearon una serie de métodos como son el learning and study strategies inventory (LASSI), cuestionario de estrategias de aprendizaje y motivación (CEAM), evaluación de los procesos metacognitivos (CEPM), escala ACRA para la evaluación de estrategias de aprendizaje en secundaria, sistema integrado e interactivo de evaluación de atribuciones causales y procesos y estrategias de aprendizaje (SIACEPA) y escala de estrategias de aprendizaje contextualizado (ESEAC).

**3.3.5.- Los estilos de aprendizaje.** Los estilos de aprendizaje hacen referencia a las diferentes formas de aprender que tenemos las personas. Se fundan en dos niveles profundos de la mente humana: el sistema total de pensamiento y las peculiares cualidades de la mente que un individuo utiliza para establecer lazos con la realidad. Según algunos autores, el estilo de aprendizaje es el modo en el que una persona absorbe y retiene numerosos estímulos diferentes. Otros acentúan las condiciones educativas por medio de las cuales se le facilita el aprendizaje a un discente. Existen también opiniones que se centran en los modos característicos por los que un individuo procesa la información.

Por consiguiente parece que se trata de un concepto que implica una cierta ambigüedad. Los autores no coinciden en la concepción acerca de qué son los estilos de aprendizaje. Sin embargo, en casi todas las definiciones existe algo en común: los estilos de aprendizaje se relacionan con las maneras o modos por los que una persona procesa información. Luego ya unas opiniones incidirán más en el aspecto perceptivo y otros en el estructural.

*3.3.5.1.- Puntos de vista.* Los estudios sobre los estilos de aprendizaje han sido muy frecuentes en lectoescritura, es un aspecto importante de la educación porque el docente puede llegar mejor al alumno si conoce su estilo de aprendizaje. Pero, ¿cuántos estilos existen? Podría afirmarse que tantos como personas existen ya que los alumnos se parecen pero no hay ninguno igual.

Para Schmeck (1983) los estilos de aprendizaje constituyen una predisposición a utilizar determinadas estrategias particulares de aprendizaje, al margen de las demandas específicas de tarea. Existen muy diferentes concepciones acerca de los estilos de aprendizaje. Myers (1980) ha propuesto hasta dieciséis tipos psicológicos. Estos tipos surgen como resultado de todas las posibles combinaciones de dos maneras de percibir (sensación versus intuición), las maneras de juzgar (pensamiento versus sentimiento) y las maneras de tratar el mundo exterior (juicio versus percepción). Gregorc (1985) sugiere cuatro estilos principales basados en las relaciones entre concreto versus abstracto y secuencia versus azar. Renzulli y Smith (1978) señalan diversos estilos de aprendizaje correspondientes a métodos de enseñanza determinados: proyecto, práctica y recitación, enseñanza entre iguales, discusión, estudio independiente, instrucción programada, clase magistral y simulación.

**Cuadro 9: Estilos de aprendizaje de Honey y Mumford**

Activos	Reflexivos	Teóricos	Pragmáticos
Se implican mucho.	Ponderados.	Son profundos.	Actúan rápido.
Abiertos, no escépticos.	Consideran todas las alternativas.	Si es lógico es bueno.	Aplicación práctica de las ideas.
Se aburren con los largos plazos.	Observadores.	Integran en sus teorías lo visto.	Si funciona es bueno.
Arriesgados.	Prudentes.	Racionalistas.	Concreto.
Espontáneos	Detallista.	Estructurados.	Seguro de sí.

Fuente: Elaboración propia a partir de Honey y Mumford (1986).

Los de *estilo activo* potenciarán más la competición, debates, buscarán realizar actividades actuales. Los de *estilo reflexivo* tratarán de que los alumnos piensen sobre determinadas actividades, trabajar sin plazos, hacer análisis detallados. Los de *estilo teórico* tratarán de situar a sus alumnos en sistemas metódicamente preparados, tendrán la intención de que participen en situaciones complejas, sentirse intelectualmente presionados. Por último, los de *estilo pragmático* elaborarán planes de acción con un resultado, tendrán la posibilidad de experimentar, aprender técnicas para hacer las cosas con ventajas prácticas evidentes.

Sternberg (1990) diferencia tres estilos de aprendizaje basándose en sus estudios acerca de la inteligencia: legislativo, ejecutivo y judicial. El primero disfruta creando, formulando y planificando la solución de problemas, el segundo es más ejecutivo que creador, desea seguir reglas ya establecidas y trabajar en sistemas configurados y el tercero implica acciones de enjuiciamiento, en las que hay que analizar y criticar, prefieren actividades en las que hay que opinar. Las personas no tienen un solo estilo sino que combinan varios, aunque tal vez tengan propensión hacia uno de los estilos de aprendizaje, tienden a un uso equilibrado de los diferentes estilos. Habitualmente las escuelas premian a los tipos ejecutivos. Los judiciales podrían ser premiados en la enseñanza secundaria pero especialmente en la universitaria. Los legislativos tendrían que esperar hasta la enseñanza superior.

**Cuadro 10: Estilos de aprendizaje de Sternberg**

Formas	Objetivos	Niveles	Desarrollo
Monárquico: una meta, el fin justifica, intolerante, unilateral.	Interno: hacia dentro y trabaja solo. Externo: hacia fuera y trabaja con otros.	Globalista: problemas abstractos. Parcialista: problemas concretos, detallista.	Cultura Sexo Edad Estilo familiar escolaridad
Jerárquico: metas organizadas, fin no justifica, tolerante, indeciso.			
Anárquico: diversas metas, el fin justifica, intolerante, creador-destructor.			

Fuente: Elaboración propia a partir de Sternberg (1990)

Parece que lo ideal sería que las personas poseyeran los cuatro estilos, con los que fueran capaces de experimentar, reflexionar, elaborar hipótesis y aplicar a partes iguales. Sería preferible que las virtualidades estuvieran repartidas equilibradamente, sin embargo, en la práctica, se percibe con facilidad que los individuos son más proclives a una cosa que a otra. Sin embargo, dada la complejidad de una institución educativa se observa que los alumnos tienen durante su vida académica distintos profesores que potenciarán un estilo u otro. Cada docente habitualmente tenderá a potenciar más su propio estilo de aprendizaje. El profesor deberá estar abierto a enseñar para diferentes estilos de aprendizaje, ha de asumir de hecho que el aprendizaje es continuo y por su misma experiencia percibirá que la tarea de imponer un único estilo de aprendizaje haría difícil y hasta inútil la tarea del aprendizaje. En cambio observará que la enseñanza abierta a variados estilos de aprendizaje presenta ventajas muy apreciables, aunque no sea el estilo de preferencia del profesor. Si el profesor conoce los estilos de aprendizaje y toma en consideración la circunstancia mencionada, facilitara el aprendizaje por parte del alumno.

Alonso, Gallego y Honey (1999) manifiestan que existen suficientes investigaciones como para asegurar que hay una estrecha relación entre rendimiento académico y estilo de aprendizaje, es decir, cuando los estudiantes asimilan los contenidos por medio de su estilo consiguen una mayor eficiencia. Esta ventaja se verifica asimismo en el estudio realizado por Loret Mola de Garay (2008). En consecuencia, el discente deberá tomarlo en consideración, tendrá que poner en acto las formas o los procesos que realiza para asimilar los contenidos. Estos procesos o formas son las herramientas tratadas anteriormente, las estrategias de aprendizaje. Mayer (1988) señala al respecto que el aprendizaje aun cuando tenga en cuenta los procesos mediacionales, el estudiante tendrá que procesar la información y dependiendo del modo en que lo lleve a cabo, obtendrá un resultado u otro.

**3.3.6.- Técnicas de aprendizaje.** Las técnicas son las herramientas que se usan en los procesos y por parte de las estrategias para el mejor logro de las metas propuestas. Las técnicas, al contrario que las estrategias, son más fácilmente perceptibles. Estas son actividades operativas y manipulables como hacer un resumen o un esquema, es utilizar el powerpoint, transparencias, etc., son marcadamente mecánicas y rutinarias. La relación con la estrategia se puede apreciar de forma más clara con unos sencillos ejemplos, son ejemplos de técnicas el subrayado, el mapa conceptual, la formulación de preguntas, cuadros de comparación, esquemas, resúmenes, transparencias, otros instrumentos mecánicos, etc.. Cada estrategia emplea diferentes técnicas, que han de ser conocidas, entrenadas y utilizadas en el período de aprendizaje. No todas son adecuadas para todo, en algunas materias se imponen un tipo de técnicas y en otras materias otras algunas son más eficientes en unos casos que en otros y también los estudiantes de cada época y lugar prefieren unas a otras.

*3.3.6.1.- Procesos, estrategias y técnicas del aprendizaje.* En realidad, el aprendizaje se divide en procesos, en los que cada uno puede desarrollarse mediante sus correspondientes estrategias que, a su vez, pueden emplear diferentes técnicas. Siguiendo el esquema de Beltrán, anteriormente expuesto, haremos una escueta referencia a los variados procesos, las estrategias en que se resuelven y las técnicas de uso frecuente:

*a) En los procesos de sensibilización* están las estrategias motivacionales y actitudinales. La motivación es clave en el aprendizaje. Las estrategias motivacionales pueden ser intrínsecas y extrínsecas: las primeras las utiliza el alumno cuando lo que pretende aprender está íntimamente relacionado con la materia misma objeto de aprendiza-

je. Para ello, puede emplear diferentes técnicas, entre las que se encuentran las siguientes: el desafío, la curiosidad, el adelanto fantasioso del éxito, la atribución de causalidad, la orientación hacia la tarea, la búsqueda de apoyo, etc. Llamaremos estrategias extrínsecas a las que utiliza el alumno cuando lo que pretende aprender no le despierta en sí mismo interés alguno, pero puede ser utilizado para conseguir otras metas que depende de éste aprendizaje. Las técnicas relacionadas con esta estrategia son el refuerzo, el reforzamiento positivo, el autocontrol de Kanfer, autoinstrucciones, presencia del sancionador, economía de fichas, moldeado y modelado y encadenamiento. Las estrategias actitudinales se refieren a la disposición del estudiante ante el aprendizaje. Las técnicas específicas en las que se puede entrenar al alumno son de dos tipos: 1) La orientación del problema se refiere a la posición positiva que adopta el estudiante al enfrentarse al estudio, fomentando la confianza en sí mismo y en la posibilidad de poder y querer resolver los problemas que aparezcan a lo largo del mismo. Para ello se impondrá el esfuerzo de consulta a otras fuentes aclaratorias, que pueden ser los propios compañeros, profesores, libros de consulta, etc. 2) La actitud motivacional se refiere a la clara intención de existencia y de ocuparse por la resolución, activando todas las acciones pertinentes para ello, previamente programadas. En ambas lo que se busca es desarrollar una actitud positiva para analizar y superar los problemas que surjan en el proceso.

*b) En los procesos atencionales se desarrollan las estrategias de la atención, que es uno de los factores más relevantes y la primera variable de la cadena del aprendizaje. Como ya hemos mencionado con anterioridad existen varios tipos de atención: 1) La atención global o comprensiva, donde la atención funciona como un foco que se puede ensanchar o contraer según la voluntad del sujeto. Para el desarrollo de ésta se realizan exploraciones de la estructura de los datos y visiones generales de las unidades. 2) La atención selectiva hace referencia a la capacidad del sujeto para centrarse en una parte de la información. Para este tipo de atención, la evaluación, entrenamiento y la fragmentación y combinación sirven para el desarrollo de la atención selectiva. 3) La atención sostenida donde se mantiene la atención en una secuencia entera. Existen dos técnicas implicadas en esta estrategia que son la evaluación y el entrenamiento.*

*c) En los procesos de adquisición se construyen y desarrollan estrategias de selección, organización, elaboración y repetición. De hecho este proceso comienza para Beltrán con la selección o la codificación selectiva mediante la cual se logra la incorporación del material informativo que posee interés para el sujeto. Entre las técnicas de*

selección se pueden destacar la exploración, notas marginales, subrayado, esquema, toma de apuntes, selección de libros, esencialización. Una vez, el material ha sido seleccionado hace falta organizarlo, para superar el caos selectivo mediante *la organización* del material seleccionado. Los conceptos, los hechos, los procedimientos han de ser relacionados entre sí y conformar cierta estructura en donde cada uno de los elementos ocupe su lugar. Entre las técnicas de organización están el racimaje, las ruedas lógicas, el resumen, la red semántica, el árbol organizado, los mapas semánticos y heurísticos, los mapas conceptuales, los diagramas de flujo, diagramas en V. La *estrategia de elaboración* es el medio por el cual la mente, de modo personal y subjetivo, se aplica de forma activa y constructiva sobre una información determinada, logrando nuevas informaciones de lo expuesto explícitamente en esa información. Dentro de esta estrategia, entre las técnicas adecuadas cabe destacar la toma de notas, la visión previa, la elaboración de la memorización, la elaboración de la comprensión, la consolidación, la valoración, la ampliación, la interpretación, las metáforas y las analogías, los procedimientos nemotécnicos, los apuntes, las organizaciones previas, las imágenes y la activación del esquema. Las *estrategias de repetición* procuran mejora el proceso cognitivo de retención de la información en la memoria de trabajo para que pueda ser elaborado y almacenado en la memoria a largo plazo. Están relacionadas con las estrategias de elaboración. Entre las técnicas están las nemotécnicas de repetición, de conexiones motivacional, de asociación tanto de dimensión superficial como dimensión profunda (integración sintáctica, interrelación semántica, asociación analógica, conexión de imágenes visuales), re enunciado verbal, re enunciado sustancial, repetición verbal, repetición sustancial, re enunciado más detallado y referencia implícita.

d) *Dentro del proceso de recuperación* se encuentran las estrategias de búsqueda de huellas y de elección por la que el sujeto decide sobre la adecuación del material buscado y recuperado. Estos procesos tienen gran importancia para el aprendizaje porque tienen relación directa con la memoria, incluso la codificación y combinación selectiva de los nuevos conocimientos están guiados por la recuperación de la información antigua. La nueva información no se aprenderá significativamente si no puede relacionarse de alguna forma con la información antigua de forma que se conecte. Entre las técnicas de la estrategia de búsqueda están la de búsqueda autónoma, la búsqueda de huella, la de elección y de reconocimiento.



*e) El proceso de transfer o de transferencia* consiste en aplicar la información recuperada a otras situaciones diferentes a la original en la que se aprendió, teniendo un grado alto de similitud. Se puede realizar este proceso por medio de dos rutas: el aprendizaje de carretera o bajo nivel y el de alto nivel o de autopista. El primero o de bajo nivel facilita el transfer de una forma automática en forma de generalizaciones a situaciones nuevas. Está basado en claves de semejanza que no requieren ninguna búsqueda dirigida por control reflexivo o la abstracción. El segundo o de alto nivel es el resultado de la abstracción reflexiva. Es un proceso muy distinto a la simple generalización de respuesta. Conduce a la aplicación de ideas aprendidas de un área a otra totalmente diferente. Las estrategias de generalización que se desarrollan en este proceso comprenden cuatro tipos de técnicas:

*1ª) Incremento de elementos idénticos:* consiste en facilitar la generalización del aprendizaje de un tipo de contenido a otro que compartan elementos idénticos. Para ello es básico que exista semejanza entre la situación de aprendizaje y la de aplicación. Cuanto mayor sea la semejanza entre los estímulos mayor será la generalización. Se trata de incrementar la veracidad de los estímulos. Para alcanzar estos niveles de veracidad es importante ponerse en situaciones reales semejantes. Por ejemplo, una persona estudia la geometría pero no sabe aplicarla a problemas de la vida real que son muy similares.

*2ª) Identificación de los principios generales:* la técnica consiste en ofrecer al estudiante la posibilidad de identificar los principios generales mediadores que rigen la realización satisfactoria de las tareas originales y cómo éstas se aplican en otras condiciones. Por ejemplo, la ley de la palanca tiene aplicaciones múltiples para el bricolaje.

*3ª) La variabilidad estimular:* consiste en incrementar el mantenimiento y transferencia de lo aprendido por la variabilidad o el rango de estímulos a los que el sujeto responde. El método consiste en hacer que se dé la conducta aprendida en una variedad de situaciones y en presencia de diferentes individuos. Si el contenido del aprendizaje se asocia a una variedad de situaciones, individuos y otros indicios es menos probable que se pierda el aprendizaje cuando las situaciones cambien. Una de las situaciones donde se produce más variabilidad estimular es cuando éste se desarrolla en grupo heterogéneo y con técnicas de dinámicas grupales. En este sentido el aprendizaje cooperativo facilita el proceso de transfe-

rencia en cuanto enriquece el cambio de perspectiva individual, que casi siempre es parcial y sesgado.

4ª) *Incremento en la variabilidad de la respuesta*: consiste en elevar al máximo la disponibilidad de la respuesta para que sea aplicada en múltiples ocasiones.

**3.3.7.- La evaluación: tipos, funciones y objetivos.** Se establece un apartado específico dedicado al proceso de la evaluación no sólo por la importancia que en sí mismo tiene este proceso, cuanto por las implicaciones y teorías que al respecto existen. Seguimos en el desarrollo de este proceso del aprendizaje algunas de las aportaciones que Beltrán Llera (2003) enumeró en una conferencia con el título “Enseñar a aprender”, una de las que recalcó es que al estudiar este tema es fundamental incluir la evaluación. Otros autores como hemos visto también incluyen la evaluación en el proceso del aprendizaje, aunque para algunos autores el término más adecuado no sería el de evaluación sino el de autocontrol.

*3.3.7.1.- Concepto, criterios y tipos de la evaluación.* Aprender es evaluar – estimar, medir el valor, el coste de una cosa - el grado o nivel de los conocimientos alcanzados y, por consiguiente, tener una medida del estado de la meta u objetivos previamente formulados. Ya no se trata sólo de comprobar el cumplimiento de las metas establecidas, sino también y en especial, del funcionamiento correcto o equivocado de todo el proceso de aprender. Si es importante aprender, es tanto o más importante conocer los errores cometidos para mejorar el aprendizaje siguiente. Aprender de los errores es otra manera de ver el aprendizaje, y de conseguir una segunda dimensión del mismo, que es aprender a aprender. En las estrategias se enumeraban anteriormente las metacognitivas que son las que utiliza una persona para descubrir lo que ha aprendido, de hecho estas estrategias son una evaluación, un control del aprendizaje.

Hoy se abre paso un tipo de evaluación basada en el diálogo y la negociación. El carácter abierto y participativo de la sociedad está posibilitando la concepción de la evaluación basada en el diálogo entre sus actores. Freire (1998) señalaba que el diálogo es la forma fundamental de la relación humana y social y el medio de transformación del hombre y del mundo. Aunque las partes implicadas en el diálogo no sean necesariamente iguales en autoridad, eso no debe impedir que exista una cierta simetría, porque cada una tiene algo que aprender de la otra. El concepto y las características acerca de la eva-

luación ha variado a partir de la segunda mitad del siglo XX. Uno de los padres de la evaluación es R.W. Tyler. De sus planteamientos se deriva que la evaluación es un proceso, evaluar no es sólo medir o recoger información, sino también valorar lo recogido y los objetivos son un criterio de referencia para evaluar.

**Cuadro 11: Concepciones de la evaluación**

Autor	Concepción
Tyler (1950)	En qué medida el alumno ha conseguido los objetivos.
Mager (1962)	Compara una medida con un estándar y emite un juicio.
Cronbach (1963)	Proceso de recopilación de información para tomar decisiones.
Scriven (1967)	Proceso por el que se determina el mérito o valor de alguna cosa.
Stufflebeam y Shinkfield (1987)	Proceso de recopilación de información para formar juicios que se emplearán en la toma de decisiones.
Tenbrick (1984)	

Fuente: Elaboración propia a partir de Medina Rivilla y Salvador Mata (2002)

De las variadas concepciones señaladas en el cuadro precedente, se infiere que, al evaluar se ha de tener en cuenta la obtención de la información y, a partir de la información obtenida, se puede avanzar a la formulación de juicios y a la toma de decisiones. En la actualidad, el concepto de evaluación, según opinión generalizada de los autores que escriben sobre el asunto, debe formarse a partir de los siguientes *criterios*: 1) Proceso sistémico y organizado, científico y contextualizado. 2) Presencia de especificaciones o normas en este proceso, sobre los rasgos que se pretenden valorar. 3) Recogida de la información pertinente para analizar las diferencias entre lo previsto y lo logrado. 4) Se ha de proceder al oportuno juicio de valor sobre ello. 5) Por último, se produce la toma de decisiones orientada a la mejora de la práctica.

Se pueden distinguir varios *tipos de evaluación* según atendamos a una serie de parámetros. En función del agente evaluador: a) Interna: la que se realiza desde el punto

de vista del protagonista. B) Externa: la que efectúa el docente o el experto en evaluación. c) Según las finalidades y el momento:

**Cuadro 12: Tipos de evaluación, funciones y objetivos**

Tipos y momento	Funciones	Objetivos
<b>Diagnóstica e inicial</b>	<p>Informarse de los conocimientos.</p> <p>Conocer las capacidades de los alumnos.</p>	<p>Conocer el punto de partida del alumno.</p> <p>Facilitar el diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Diseñar nuevos aprendizajes.</p>
<b>Formativa y continua</b>	<p>Seguir el ritmo de aprendizaje de los alumnos.</p> <p>Constatar el proceso de aprendizaje.</p> <p>Modificar estrategias a lo largo del proceso.</p>	<p>Observar los procesos de aprendizaje.</p> <p>Ofrecer el apoyo pedagógico oportuno en cada momento del proceso.</p>
<b>Sumativa y final</b>	<p>Comprobar el grado en que el alumno alcanzó los objetivos previstos.</p> <p>Constatar la consecución de objetivos.</p>	<p>Comprobar en qué medida se han conseguido las metas.</p> <p>Valorar los resultados del aprendizaje.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Medina Rivilla y Salvador Mata (2002)

En el mundo educativo prevalece el punto de vista de que la evaluación debe ser continua, global e integradora, esto es, debe conseguir los tres tipos de evaluación vistos con anterioridad y no debe concentrarse tan sólo en un aspecto. A veces, por alguna razón especial, pudiera ser una solución aceptable, sin embargo como regla general sería una mala herramienta, ya que el alumno dejaría de buscar el aprendizaje significativo. Al ser una evaluación global e integradora debe saber relacionar y debe de razonar a

partir de la información adquirida, es decir, tratar de medir las capacidades adquiridas más que el aprendizaje memorístico.

**3.3.7.2.- Modelos de evaluación.** Dentro de este marco existen diferentes modelos de evaluación: los modelos cuantitativos y los cualitativos. a) Los modelos cuantitativos se centran en la evaluación de logros objetivos, prioritariamente se interesa por los rendimientos académicos, tiene poco en cuenta los procesos ocurridos para llegar a ella. b) Los modelos cualitativos se orientan a la valoración de los procesos más que de los resultados, intenta valorar los hechos humanos tal como se viven en su propio contexto.

La metodología cualitativa tiene una tradicional debilidad. El alumno puede poner en duda la valoración del profesor que pretende estar basada en la observación cotidiana y, en cambio, acepta como obvia la calificación obtenida en un examen tradicional. Sin embargo, los exámenes tienen una serie de preguntas, el profesor no sabe si ese alumno no conocía alguna de esas respuestas, también el docente tiene que decidir acerca del criterio de corrección sobre el que, a veces, puede albergar ciertas dudas. En consecuencia se debe buscar una metodología integradora, este tipo de evaluación debería constar de partes cualitativas y partes cuantitativas, de forma continua.

**Cuadro 13: Tipos de evaluación**

CUANTITATIVO	CUALITATIVO
<b>Por objetivos de comportamiento: ha sido el más empleado, según la conducta actual es análoga a los objetivos previamente establecidos.</b>	Basado en la negociación: promocionar por el diálogo la búsqueda y el análisis.
<b>Como información para la toma de decisiones: proporciona información útil a los ejecutores para juzgar alternativas de decisión.</b>	Democrática: los implicados participan en la creación de cauces operativos de diálogo acerca de sus intereses, valores y creencias.
	Basada en la crítica artística: desvelar la calidad de las situaciones curriculares cuando se transforman en intenciones y realidades.

Fuente: Elaboración propia a partir de Medina Rivilla y Salvador Mata (2002)

### 3.4.- Aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en problemas.

Con estos dos tipos de aprendizaje se pretende cambiar la concepción del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que la luz de la atención debe polarizarse en el aprendizaje, no en la docencia. En todas las clases se aprecia, con relativa facilidad, que primero existe una parte de exposición. Sin embargo, también es verdad que a partir de ahí se dan grandes diferencias en el modelo de explicación usado en la clase: desde una forma tradicional al modelo de clase utilizando el aprendizaje cooperativo y basado en problemas. A continuación resumimos en el siguiente cuadro ciertas características de los diferentes procedimientos del aprendizaje.

**Cuadro 14: Procedimientos del aprendizaje**

	Tradicional	Mejora tradicional	Aprendizaje cooperativo	Aprendizaje basado en problemas
Clases	Exposiciones	Exposiciones y actividades de los estudiantes	Exposiciones y actividades cooperativas.	Exposiciones, actividades cooperativas y exposiciones.
Fuera de clase	Estudio	Estudio	Estudio y trabajo cooperativo	Estudio y trabajo cooperativo
Evaluación	Examen	Exámenes parciales y tareas individuales	Exámenes. Tareas cooperativas. Evaluación continuada	Exámenes. Tareas cooperativas. Evaluación continuada

Fuente: Elaboración propia a partir de Bará, Domingo y Valero (2007)

**3.4.1.- Criterios de diferenciación entre el paradigma clásico y el nuevo.** La diferencia entre el paradigma clásico y el nuevo se centra no sólo en un aspecto sino en todos. Se puede extender a los siete aspectos siguientes: los modos y maneras de construir y transferir el conocimiento, la diversa concepción de los estudiantes, el proceso del aprendizaje y el papel del profesor, el complejo de relaciones que se tejen entre el profesor y los estudiantes, las diferentes modalidades significativas de los contextos y ciertos supuestos de partida que son de progresivo interés en la sociedad actual.

**Cuadro 15: Diferencias paradigma clásico y nuevo**

Aspecto	Paradigma clásico	Paradigma nuevo
<b>Conocimiento</b>	Se transfiere del profesor al estudiante.	Se construye conjuntamente entre profesores y estudiantes.
<b>Estudiantes</b>	Son vasos vacíos a llenar.	Constructores activos, descubridores.
<b>Aprendizaje</b>	Individual.	Social.
<b>Papel del profesor</b>	Exponer	Desarrollar competencias y el talento de los estudiantes.
<b>Relación profesor-estudiante.</b>	Impersonal.	Negociación personal.
<b>Contexto</b>	Individualista o competitivo	Equipos cooperativos de profesores y aprendizaje cooperativo en el aula.
<b>Supuesto de partida</b>	Todo titulado puede enseñar.	Enseñar requiere preparación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bará, Domingo y Valero (2007)

En el aprendizaje cooperativo se deben constituir en las clases distintos grupos para que trabajen conjuntamente, debe de existir una exposición teórica pero rápidamente se deben poner a trabajar para asimilar, lo antes posible entre todos los integrantes, las competencias desarrolladas en la explicación. Estos trabajos pueden ser entregados cada semana para incentivar el interés por estas tareas. Los grupos son temporales y se forman para trabajar durante un tiempo de una clase. Se debe buscar dirigir la atención del alumno al material que ha de aprenderse, establecer un clima favorable para el aprendizaje, ayudar a organizar con antelación el material que va a cubrirse en la sesión y asegurarse de que los alumnos procesan el material impartido. Puede ser de ayuda una discusión dirigida, otra con el compañero y otra dirigida.

También se puede realizar por medio de grupos formales, de esta manera se produce una interdependencia entre los alumnos (se originan los roles), existe una interacción positiva cara a cara (se explican mutuamente), se debe asegurar la responsabilidad personal (debe existir algo exigible individualmente), se requieren habilidades cooperativas (liderazgo, capacidad para gestionar...) y el autoanálisis de grupo (evaluar el funcionamiento como grupo).

**3.4.2.- El aprendizaje basado en problemas o proyectos ABP** es una metodología en la que un problema definido sirve de base para orientar el proceso de aprendizaje de los alumnos. Se utiliza como punto de partida del proceso didáctico un problema similar al que el estudiante podrá encontrarse en el futuro durante su ejercicio profesional, lo que permite “activar” los conocimientos previos de los estudiantes y detectar sus propias necesidades de aprendizaje. Además, permite integrar conocimientos de diferentes áreas y facilita la comprensión global de las situaciones y el mantenimiento del recuerdo.

Se puede definir ABP como una experiencia pedagógica (práctica) organizada para investigar y resolver problemas que se presentan enredados en el mundo real. Es un organizador del currículo y también una estrategia de enseñanza, dos procesos complementarios. El ABP es un método de enseñanza activo centrado en el alumno. El ABP presenta las siguientes características:

- a) Como punto de partida se considera que es una condición del aprendizaje que el estudiante se responsabilice de él. El método emplaza al estudiante en el centro del aprendizaje y el profesor se coloca estratégicamente en la periferia, desde



donde aporta el apoyo y la ayuda apropiados. La misión del educador es proporcionar las mejores condiciones para que el estudiante culmine con éxito su tarea.

- b) Es un procedimiento basado en fundamentos teóricos en los que la actividad de aprender supone que un estudiante se compromete activamente en la construcción de sus conocimientos y que durante el aprendizaje aplica los conocimientos previos.
- c) Utiliza estrategias de motivación intrínseca. El deseo de aprender es propio del alumno, ya que éste se siente estimulado a buscar conocimientos por sí solo.
- d) Organiza el currículo alrededor de problemas holísticos que generan en los estudiantes aprendizajes integrados y con más posibilidades de ser transferidos.
- e) La mayor parte de la formación tiene lugar en el contexto de pequeños grupos (más que en sesiones de clases expositivas).
- f) Acentúa como objetivo prioritario promover las habilidades necesarias para el aprendizaje durante toda la vida.

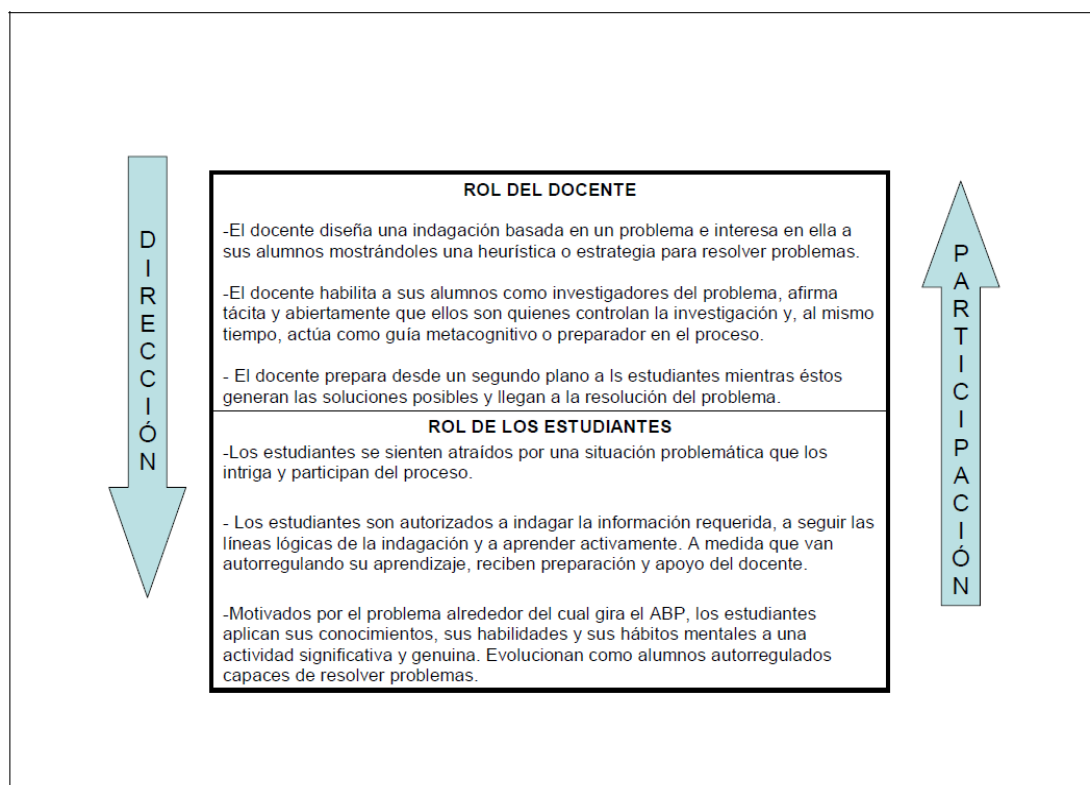
Los componentes básicos del ABP son planteamiento de la cuestión de estudio o problema, proceso de grupo y proceso de aprendizaje independiente. El alumno se sirve de los conocimientos adquiridos para generar ideas, preguntas, hipótesis y soluciones. En la evaluación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Conceptos y procedimientos, conocimientos adquiridos y aptitudes.
2. Estrategias: objetivos de autoaprendizaje y autonomía. El proceso de trabajo tiene como condición que el estudiante sea un participante activo a la vez que autónomo.
3. Cooperación: trabajo en equipo. Cada encuentro del grupo finaliza con una evaluación del proceso de grupo. Esta participación debe considerarse como uno de los criterios para evaluar la calidad.

Los nuevos conocimientos son descubiertos constantemente a un ritmo tan acelerado que apenas pueden ser codificados adecuadamente, y menos aún poseídos. La noción del profesor como quien posee un depósito fijo de conocimientos determinados que aparecen útiles es cada vez menos sostenible. En algunas materias, como en el área

de la informática, los contenidos se quedan anticuados en el mismo curso académico en el que se han tratado. Ante un futuro próximo, se calcula que las personas tenderán a realizar durante su vida laboral un aprendizaje profesional equivalente a cinco carreras universitarias. Los estudiantes se convierten en investigadores, mientras los docentes enseñan a los alumnos a evaluar y a tratar práctica y críticamente las informaciones que tienen a su alcance.

**Cuadro 16: Evolución de los roles en el ABP**



Fuente: Elaboración propia a partir de Egido Gálvez (2007)

El ABP requiere mucho tiempo y dedicación por parte de los alumnos, sobre todo en las etapas iniciales del proceso, lo que puede suponer que los estudiantes se sientan presionados o incluso estresados. Al principio no es extraño que se produzca un cierto desconcierto. El ABP no está pensado para ser aplicado como una experiencia única o puntual, sino como un sistema de trabajo continuo a lo largo de los estudios. El ABP se adapta mejor a las materias de carácter aplicado o práctico que a las de fundamentación o teoría. Se considera que, a pesar de que las metodologías de enseñanza no

son directivas, aparentemente son atractivas y gozan, consiguientemente, de una amplia aceptación. La evidencia pone de manifiesto, en cambio, la superioridad de los sistemas de enseñanza guiados, tanto desde el punto de vista de la eficacia como desde el de la eficiencia.

Para estos autores las limitaciones de este método vendrían dadas por el hecho de que las metodologías no guiadas ignoran las estructuras cognitivas de los seres humanos, que hacen que los beneficios de los sistemas de enseñanza dirigidos por el profesorado sólo empiecen a descender cuando los aprendices tienen un nivel de conocimientos previo lo suficientemente alto como para poder actuar como sus propios “guías” en el proceso de aprendizaje.

### **3.5.-Problemas en el aprendizaje.**

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, se presentan diferentes dificultades, una de las ya tratadas es la formación del docente en cuanto a conocimiento de la materia, capacidad de mezclar diferentes metodologías didácticas, conocer las estrategias que facilitan a cada alumno el aprendizaje. Existe, sin embargo, una parte capital que es la gestión de las dificultades del aprendizaje por parte de los alumnos. Las dificultades de aprendizaje se suelen definir de la forma más genérica posible como un impedimento neurológico o psicológico que le dificulta la lectura, la escritura, el razonamiento o las habilidades matemáticas. No obstante, no me voy a referir a dicho aspecto tan en concreto sino que voy a integrar todo lo que causa el retraso de los estudiantes en el concepto de los problemas en el aprendizaje.

De esta forma se puede afirmar que muchos de estos problemas podrían evitarse si el profesor conociera y respetase aspectos como los ritmos de aprendizaje, la personalidad para aprender, la motivación, los distintos estilos cognitivos, la maduración necesaria para el aprendizaje de los diferentes contenidos curriculares.

**3.5.1.- Concepto y características de los problemas de aprendizaje.** Los problemas de aprendizaje, suelen ir asociados a un bajo autoconcepto y autoestima, a escasas habilidades sociales. La tasa de abandono escolar de niños con este problema se sitúa alrededor del 40%. Además la mayoría de dificultades se pueden ver relacionadas con la lectura, el cálculo y la expresión escrita. Los factores que preceden a estos pro-

blemas se pueden agrupar de forma general en los siguientes apartados: 1) Neurofisiológicos: desde disfunción cerebral hasta factores genéticos.

### Cuadro 17: Problemas de aprendizaje

<b>Características</b>	<p>Déficits significativos en los procesos de aprendizaje.</p> <p>Diferencia sustancial entre su potencial y su ejecución.</p> <p>Algunos síntomas no desaparecen con el desarrollo natural.</p>
<b>Síntomas</b>	<p>Baja atención y memoria deficiente.</p> <p>Dificultad para seguir indicaciones.</p> <p>Discapacidad para discriminar entre letras, números o sonidos.</p> <p>Escasa capacidad de lectura.</p> <p>Problemas de coordinación óculo-manual.</p> <p>Dificultades con las secuencias del pensamiento.</p>
<b>Conductas</b>	<p>Inconstancia en las tareas.</p> <p>Respuestas inapropiadas, ilógicas.</p> <p>Distracción continua.</p> <p>Decir una cosa y significar otra.</p> <p>Dificultad en la disciplina. Impulsivo.</p> <p>Lenguaje inmaduro.</p> <p>Baja capacidad de recuerdo y escucha.</p> <p>Incapacidad de seguir múltiples instrucciones.</p> <p>Baja coordinación, lectura y escritura.</p> <p>Dificultad para entender conceptos.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Santiuste Bermejo (2002) y de la Asociación Americana de Psiquiatría (2003).

2) Socioculturales: malnutrición y pobreza sociocultural. 3) Institucionales: contemplan desde las condiciones materiales en que se dan los procesos de enseñanza y aprendizaje hasta la metodología. 4) Otros factores como la organización espacial, lateralidad o esquema corporal mal establecido. Los problemas de aprendizaje han sido ampliamente estudiados, existen una serie de características comunes a estos alumnos, tienen estos problemas sus síntomas y como consecuencia se imponen unos comportamientos, como aparece en el cuadro que precede.

Los problemas en el aprendizaje se encuentran relacionados con las diferencias individuales para aprender: distintos ritmos de aprendizaje, diferentes estilos cognitivos, diversas motivaciones e intereses, personalidad, etc.. Está claro que si consiguiéramos una total homogeneidad en el grupo se conseguirían resolver dichos problemas, sin embargo eso es imposible salvo que las clases sean individuales. El profesor debe atender a las diferencias y debe, en la medida de lo posible, conocer a sus alumnos lo mejor posible para anticiparse a las dificultades que puedan tener.

### **3.6.- Síntesis.**

El aprendizaje ha pasado de ser una mera adquisición de respuestas a integrar más aspectos como son la adquisición de conocimientos y la construcción de significados, también implica unos cambios conductuales.

El foco de la educación se ha centrado en el aprendizaje desde los avances producidos en la psicología desde las obras de autores como Vygotsky, Piaget, Bruner, Skinner y tantos otros. En consecuencia, para enseñar se ha hecho muy importante tener una formación bastante sólida en conocimientos de psicología. Este avance en la psicología conlleva que el aprendizaje se debe mostrar de alguna forma en la conducta, en la construcción de significados, en la representación de conceptos y en la forma de aprender a partir de los conceptos adquiridos. En la actualidad, no se entiende el aprendizaje que no sea significativo, es decir, un aprendizaje que conoce las relaciones con los contenidos aprendidos anteriormente y maneja la utilidad y funcionalidad de dichos contenidos y procedimientos.

El aprendizaje no es la dimensión o el rasgo especial de un momento sino que abarca unos determinados procesos, en que se puede dividir, estos procesos parten de la atención y encuentran su meta en la transferencia a la situación real, con la evaluación.

Los procesos de aprendizaje se sirven de unas herramientas del pensamiento que son las llamadas estrategias y existen variadas estrategias que se corresponden con cada proceso del aprendizaje. Incluso existen partes del cerebro que están más involucradas en unos procesos de aprendizaje y menos en otros.

Cada persona debe tener sus estrategias, que ha de alcanzar a dominar en el mayor cantidad posible, siempre teniendo en cuenta que cada individuo tiene su estilo de aprendizaje. Este estilo puede favorecer unos aprendizajes y dificultar otros. También se puede afirmar que cada estudiante suele tener más de un estilo, de los que uno será el más empleado pero no existen en la práctica personas con un único estilo de aprendizaje. Si así fuere causaría en la persona una incapacidad para muchos aprendizajes.

Las herramientas del aprendizaje conllevan una serie de técnicas que facilitan el desarrollo de la estrategia y el aprendizaje por parte del estudiante. Terminado todo este proceso de aprendizaje, es necesario controlar, como parte del proceso, si se han asimilado los objetivos que cada uno buscaba. Este es el proceso de la evaluación.

Existen dos corrientes prácticas que han producido sensibles mejorías en el proceso de aprendizaje: el cooperativo y el basado en problemas o proyectos. Estas dos prácticas son coherentes con las diferentes teorías del aprendizaje, mencionadas a raíz de los avances en psicología.

Como aspecto a tener en cuenta, existen algunas personas que tienen dificultades en el aprendizaje, de forma estricta este concepto sólo engloba a los individuos que tienen un impedimento neurológico o psicológico que le dificulta la lectura, la escritura o las habilidades matemáticas. De forma genérica, aquí he hablado de problemas de aprendizaje que es lo que dificulta a cualquier individuo el aprendizaje, ya sea por motivos internos o externos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2002) *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Pirámide.
- AA.VV. filosofía de la educación Hoy (1997). *Diccionario filosófico-pedagógico*. Madrid: Dykinson.
- ALONSO, C., GALLEG0, D. y HONEY, P. (1997) *Los estilos de aprendizaje*. Bilbao: Mensajero.
- \_\_(1999) *Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- ALTAREJOS, F.; RODRIÉGUEZ SEDANO, A. y FONTRODONA, J. (2003) *Retos educativos de la globalización*. Pamplona: Universidad de Navarra, Pamplona.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. DSM IV TR (2003) *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson.
- ARROYO, A., CASTELO, A. y PUEYO, M. (1994) *El departamento de orientación: Atención a la diversidad*. Madrid: Narcea.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1989) *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BARÁ, J., DOMINGO, J. y VALERO, M. (2007) *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Taller de formación en la Universidad Politécnica de Cataluña.
- BARKOW, J.; COSMIDES, L. y TOOBY, J. (1992) *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of a culture*. New York: Oxford university press.
- BARON y STERNBERG, R.J. (1990) *Intellectual styles: theory and classroom implications*. En B.Z. Presseisen et al. *Learning and thinking styles: classroom interaction*. Washington: National Education Association.
- BELTRÁN LLERA, J.A. (1984) Psicología de la educación: una promesa histórica. *Revista española de pedagogía (Madrid)* 41, 162, 523-544.
- \_\_(1993) *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- \_\_(2003) *Conferencia de Enseñar a aprender*. Conferencia de clausura del segundo congreso de EDUCARED.
- \_\_(2003) *Estrategias de aprendizaje*. *Revista de educación (Madrid)* 332, 55-73.
- BLAKEMORE, S. y FRITH, U. (2007) *Cómo aprende el cerebro*. Barcelona: Ariel.
- BLOOM, B.S. (1979). *Taxonomía de los objetivos educativos*. Alcoy: Marfil
- BOND, D. y FELETTI, G. (1991). *The challenge of based learning*. London: Kogan Page.

- BOWER, G.H. (1975) *Cognitive Psychology: An introduction*. En BELTRÁN, J. (1993) Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. Madrid: Síntesis.
- BRANDSFORD, J. (1979) Human cognition: learning, understanding and remembering. Belmont: Wadsworth.
- BROMAGE, B.K. y MAYER, R.E. (1986) Quantitative and qualitative effects of repetition on learning from technical text. *Journal of Educational Psychology (Washington)* 78, 271-278.
- BRUNER, J. (1981) *El habla del niño*. Barcelona: Paidós.
- CARROLL, J.B. (1993) *Human cognitive abilities*. Cambridge MA: Cambridge university press.
- CHO, K. (2001) Chronic jet lag produces temporal lobe atrophy and spatial cognitive deficits. *Nature neuroscience (London)* 4, 557-578.
- CLARK, C. y PETERSON, P. (1990) *Procesos de pensamiento de los docentes*. En WITROCK, M. La investigación de la enseñanza. Barcelona: Paidós.
- COLL, C. y SOLÉ, I. (2006) *Los profesores y la concepción constructivista*. En AA.VV. El constructivismo en el aula. (7-25). Barcelona: Graó.
- CRONBACK, L.J. (1975) Beyond the two disciplines of scientific psychology. *American psychologist (Washington)* 30 (2), 116-127.
- DANSERAU, D.F. (1978) *The development of a learning strategies curriculum*. En H.F. O'Neil (ed.) Learning strategies. Nueva York: Academic press.
- DEFIOR CITOLER, S. (1996) *Las dificultades de aprendizaje. Un enfoque cognitivo*. Málaga: Aljibe.
- DECETY, J. et al. (1997) Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. *Brain (Oxford)* 120, 1763-1777.
- DEWEY, J. (1989) *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós.
- DIVESTA, F. y RIEBER, L. (1987) Characteristics of cognitive engineering. *Educational communication and technology Journal (Bloomington)*, 35, 4, 213-230.
- DOMJAN, M. y BURKHART, B. (1990) *Principios de aprendizaje y de conducta*. Madrid: Debate.
- EGIDO GÁLVEZ, I. y otros (2007) El aprendizaje basado en problemas como innovación docente en la universidad: posibilidades y limitaciones. *Revista educación y futuro (Madrid)*, 16, 85-100.



- EYSENCK, H.J. (1982) *Un modelo para la inteligencia*. London: Penguin books.
- FERRÁNDIZ LÓPEZ, P. (1997) *Introducción*. En AA.VV. *Psicología del aprendizaje*. (11-48). Madrid: Síntesis.
- FLAVELL, J. (1976) *Metacognitive aspects of problema solving*. En RESNICK, L.B. *The nature of intelligence*. Hillsdale, Michigan: LEA.
- FREIRE, P. (1998) *Pedagogia da autonomia*. Río de Janeiro: Paz e Terra.
- FODOR, J. (1983) *The modularity of mind*. Cambridge, MA: The MIT press.
- GAGNÉ, E. (1985) *The cognitive psychology of school learning*. Boston: Little Brown and company.
- GARCÍA GARCÍA, E. (2009) *Aprendizaje y construcción del conocimiento*. En LÓPEZ ALONSO, C. y MATESANZ DEL BARRIO, M. *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad*. (21-44) Madrid: Biblioteca nueva.
- \_\_\_\_\_(2009) *Identidad profesional y responsabilidad moral del profesor*. En MACEIRAS, M., *Investigación e innovación*. Salamanca: San Esteban.
- GARDNER, H. (1983) *Frames of Mind. The theory of multiple intelligences*. New York: Basicbooks.
- \_\_\_\_\_(1993). *Multiple intelligences: the theory in practice*. New York: Basicbooks.
- \_\_\_\_\_(1999). *Intelligence reframed*. New York: Basicbooks.
- GREGORC, A. (1985) *An adult's guide to style*. Columbia, CT: Gregorc associates inc.
- HONEY, P. y MUMFORD, A. (1982) *The manual of learning styles*. Maidenhead (UK): Peter Honey Publications.
- KILLEEN, P. (1992) The reflex reserve. *Journal of the experimental analysis of behaviour (Indiana)* 50, 319-331.
- KIMBLE, G. et al. (1971) Effect of choice on paired-associate learning. *Journal of experimental psychology (New Jersey)* 91, 1, 47-53.
- KIRSCHNER, P. A. y SWELLER, J. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist (Washington)*. 41, 2, 75-86.
- KOSSLYN, S.M. (1994) *Image and Brain*. Cambridge: MIT Press.
- KOSSLYN, S. M. y POMERANTZ, J. R. (1977) Imagery, propositions and the form of the internal representations. *Cognitive Psychology(London)*, 9, 52-76.
- LORET MOLA DE GARAY, J. (2008) Los estilos de aprendizaje de Honey-Alonso y el rendimiento académico en las áreas de formación general y formación profesional bási-

- ca de los estudiantes del instituto superior “Nuestra Señora de Guadalupe”. *Revista estilos de aprendizaje (Brasil)*. 1. 201-213
- MAGUIRE, E. A. (2001) Neuroimaging studies of autobiographical event memory. *Phil. Trans. Royal Society of London (London)* 356, 1441-1451.
- MARTÍ, E. (1996) El constructivismo y sus sombras. *Anuario de Psicología (Barcelona)*, nº 69, 3 -18.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.R. (1999) *Tesis: “Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología”*. Universidad de Barcelona
- MEDINA RIVILLA, A. y SALVADOR MATA, F. (coords.) (2002) *Didáctica general*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- MAYER, R.E. (1988) *Learning strategies: an overview*. En WEINSTEIN, C., E. GOETZ, & ALEXANDER, P. (Eds.), *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation* (11-22). New York: Academic Press.
- MEDINA RIVILLA, A. (1993) *Las habilidades básicas para el context de una nueva educación infantil*. Madrid: cincel.
- (2000) *Métodos de enseñanza en la Universidad*. En GARCÍA VALCÁRCEL, A. *Didáctica universitaria*. Madrid: La Muralla.
- MEDINA RIVILLA, A.; GUTIÉRREZ, I. y RODRÍGUEZ, A. (1995) *Un enfoque interdisciplinarity en la formación de los maestros*. Madrid: Narcea.
- MEDINA RIVILLA, A. Y SALVADOR M., F. Coord. (2008) *Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- MELTZOFF, A.N. y MOORE, M.K. (1994) Imitation, memory and the representations of persons. *Infant Behavior and Development (Washington)* 17, 83-99.
- MERRILL, M. (1987) The new component design theory: instructional design for courseware authoring. *Journal of instructional science(New York)* 16, 19-34.
- MIRANDA CASAS, A. (1996) *Introducción a las dificultades en el aprendizaje*. Valencia: Promolibro.
- MORRISON, G.S. (2005) *Educación infantil*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Multimedia and Hypermedia. 2004, vol. 13, núm. 4, p. 343-370.
- MYERS, D. (1980) *Psicología social*. México: Trillas.
- NICKERSON, R.S., PERKINS, D.N., SMITH, E.(1994) *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona: Paidós.

- NORMAN, A.D. (1973) *El procesamiento de la información en el hombre*. Buenos Aires: Paidós.
- NOVAK, J.D. (1998) *Conocimiento y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- PAIVIO, A. (1986) *Mental representations: a dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- PEA, R. (1992) *Practices of distributed intelligence and design for education*. En G. Salomon (Ed.) *Distributed Cognition*, (47-87) New York: Cambridge University Press.
- PIAGET, J. (1961) *El nacimiento de la inteligencia del niño*. Suiza: Delachaux & Niestle. Tomado de la traducción al castellano ed. Aguilar, Madrid.
- POZO MUNICIO, J. I. (1996) *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- \_\_\_\_ (2003) *Adquisición del conocimiento*. Madrid: Morata.
- RENZULLI, J.S. y SMITH, L.H. (1978) *The learning style inventory: a measure of student preference for instructional techniques*. Mansfield center, CT: creative learning press.
- RESNICK, L. B. (1991) *Shared cognition*. En *Perspectives on socially shared cognition* (1-25). Washinton: A.P.A.
- ROBINSON, F. (1946) *Effective study* (4ª ed). New York: Harper and Row.
- ROBINSON, V. (1993). *Problem-based methodology. Research for the improvement of practice*. Oxford: Pergamon Press.
- RODRÍGUEZ DIÉGUEZ, J.L. (1985) *Currículum acto didáctico y teoría del texto*. Salamanca: Anaya.
- \_\_\_\_ (2000) Estrategias didácticas activas y reformas educativas: revisión de un programa. *Revista española de pedagogía (Madrid)* 58, 217, 439-457.
- SÁNCHEZ, L. (2005) Concepciones de aprendizaje de profesores universitarios y profesionales no docentes. *Anales de psicología (Murcia)*, vol 21, 2, 231-243.
- SANTIUSTE BERMEJO, V. (2002) *Actas del II Congreso de E.E. y atención a la diversidad*. Madrid.
- SCHMECK, R.R. (1983) *Learning styles of college students*. En DILLON, R.F. y SCHMECK, R.R. (Eds.) *Individual differences in cognition*. 233-279. New York: Academic press.
- SHAVELSON, R.J. (1973) Learning from physics instruction. *Journal of research in science teaching (San Francisco)* 10 (2) 101-111.
- SHUELL, T. (1987) Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research (Washington)*, 56, 4, 411-436.
- SHUNK, D. (1997) *Teorías del aprendizaje*. México: Prentice-Hall.

- SKINNER, B.F. (1969) *Cumulative Record. A selection of papers*. New York: Appleton-Century-Crofts. Tomado de la edición en castellano (1985) *Aprendizaje y comportamiento*. Barcelona: Martínez Roca.
- \_\_\_\_ (1974) *Sobre el conductismo*. Barcelona: Planeta.
- STERNBERG, R. (1990) Thinking styles: keys to understanding student performance. *Phi delta kappa (Bloomington)*, enero, 366-371.
- TULVING, E. (1983) *Elements of episodic memory*. Oxford: clarendon press.
- VIGOTSKY, L.S. (1978) *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard university press.
- VOSS, J.F. (1987) Learning and transfer in subject-matter learning: a problem-solving model. *International journal of educational research (Cambridge, UK)* 11, 607-622.
- WEINSTEIN, C.E. y MAYER, R.E. (1985) *The teaching of learning strategies*. En WITTROCK, M.C. (Ed.) *Handbook of research on teaching*. New York: MacMillan publishing company.
- WINN, W. (1990) Some implications of cognitive theory for instructional design. *Instructional Science (New York)*, 19, 1,53-69.
- WITTROCK, M.C. (1989) *La investigación en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- YINGER, R. (1986) *Investigación sobre el conocimiento y el pensamiento de los profesores. Hacia una concepción de la actividad profesional*. Actas del I congreso internacional sobre pensamiento del profesor. Sevilla.
- ZAMORANO, S. y PAREJO, J.L. (2007) *La renovación de las metodologías educativas como garantía de calidad institucional*. Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria Universidad Politécnica de Madrid.

## WEBGRAFÍA

AA.VV. de la Escuela de Educación de la Universidad Central de Venezuela ( 2005)

<http://constructivismos.blogspot.com/> (consulta: 3-4-2010)

MARQUÉS, P. (2001) [www.pangea.org/peremarques/educacion.htm](http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm) (Consulta: 12/1/2010)

MARTÍN DEL BUEY, F. (2000) Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje.

[http://www.profes.net/rep\\_documentos/Monograf/Aprendizaje.PDF](http://www.profes.net/rep_documentos/Monograf/Aprendizaje.PDF) (Consulta: 15-1-10)

FUNDACIÓN BERNARD VAN LEER(1979)

<http://www.bernardvanleer.org/Spanish/Home.html>

## **Capítulo 4: MODELOS Y PROCESOS DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

### **C O N T E N I D O:**

#### **4.1.- La perspectiva científica de las ciencias físicas**

- 4.1.1.- La Física y sus eminentes representantes
- 4.1.2.- Utilidad del estudio de las ciencias
- 4.1.3.- Dificultades en el estudio de las ciencias

#### **4.2.- ¿Es difícil la enseñanza – aprendizaje de las ciencias?**

- 4.2.1.- El currículo de las ciencias físicas
- 4.2.2.- ¿Las ideas preconcebidas de los alumnos obstruyen el estudio de las ciencias físicas?
- 4.2.3.- Publicación de algunas experiencias sugestivas

#### **4.3.- Modelos de la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias**

- 4.3.1.- El modelo de transmisión – recepción
- 4.3.2.- El modelo del descubrimiento

4.3.3.- El modelo expositivo

4.3.4.- La enseñanza mediante el conflicto cognitivo

4.3.5.- La enseñanza-aprendizaje mediante investigación dirigida

4.3.6.- La enseñanza por explicación y contraste de modelos

4.3.7.- El modelo constructivista de la enseñanza-aprendizaje

#### **4.4.- Organización de actividades, unidades didácticas y trabajo de laboratorio.**

4.4.1.- Actividades relevantes del sistema aula

4.4.2.- Diseño de una unidad didáctica

4.4.3.- Los trabajos prácticos y/o de laboratorio: tipos y dimensiones

#### **4.5.- El material de los libros de texto y otros recursos**

4.5.1.- Crítica y análisis de los libros de texto

4.5.2.- Parámetros de cálculo para la valoración de los libros de texto

4.5.3.- Otros criterios de valoración del libro de texto

#### **4.6.- ¿Qué necesidad tengo de resolver un problema?**

#### **4.7.- ¿Cómo evaluar? Dimensiones normativas de la evaluación**

4.7.1.- La evaluación integrada en el sistema y en el proceso

4.7.2.- La normativa española sobre la evaluación

#### **4.8.- La formación inicial y permanente del profesorado**

#### **4.9.- Conclusiones.**

#### **Bibliografía**

## **Capítulo 4: MODELOS Y PROCESOS DE LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Desde un punto de vista histórico, en España la enseñanza de las ciencias en los niveles básicos podría calificarse de nueva. En la ley de educación de 1938, se puede leer el siguiente texto: “la cultura clásica y humanística se ha reconocido universalmente como la base insuperable y fecunda para el desarrollo de las jóvenes inteligencias”. Es obvio que las ciencias no inspiraron al legislador. En el plan de 1945 se le asigna a esta área el calificativo de complementaria, lo cual no deja de ser un logro, teniendo en cuenta lo que había sido hasta entonces la tradición escolar en nuestro país. No existe un reconocimiento efectivo de la importancia de la enseñanza de las ciencias hasta 1963, fecha en que abandonan el peyorativo calificativo de complementarias. La ley de 1970 habla de que en la educación general básica de los seis a diez años se acentuará el carácter globalizado de las enseñanzas, “para niños de once a trece años, habrá una moderada diversificación de las enseñanzas por áreas de conocimiento” y resalta que tienen que tener “nociones acerca del mundo físico, mecánico y matemático”. La indigencia científica en el currículo de los niveles básicos no termina hasta la promulgación de la ley de Educación, en la cual comienza, aunque sea tímidamente, a darse una relativa importancia a la enseñanza de las ciencias.

En otros países, la enseñanza de las ciencias ha tenido desde tiempos más antiguos una importancia fundamental. Ferrière et al.(2001) afirma que al niño hace falta darle una oportunidad para que se forme una idea del concepto de la vida y que los contenidos de las ciencias ocupen el puesto que se le debe. Estos países se han apresurado a introducir una reforma profunda del currículo científico, tanto de los contenidos como en los métodos de trabajo. A mediados de los años cincuenta, el desarrollo científico y tecnológico de la llamada era espacial fue el punto de arranque de los cambios producidos en la mayoría de los países industrializados como Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Japón, etc.



Las reformas curriculares que están teniendo lugar desde los años ochenta en la educación científica de la enseñanza secundaria obligatoria se orientan, en muchos casos, hacia la denominada alfabetización científica de los futuros ciudadanos y ciudadanas. En décadas anteriores, las preocupaciones curriculares se centraban casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos, con el fin de familiarizar a los estudiantes con las teorías, conceptos y procesos científicos. En las décadas de los ochenta y noventa, se modificó su orientación y se incluyeron en el currículo componentes que orientan la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales del propio estudiante. En este marco, se sitúan muchas de las nuevas tendencias que recogen los currículos de ciencias.

En diversos documentos de reforma de la educación científica elaborados en muchos países del mundo, en especial en los de cultura anglosajona o influidos por ella, EE.UU., Gran Bretaña, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Taiwan, etc., se especifica claramente que el profesorado de ciencias no sólo debe enseñar de manera consistente sobre las actuales perspectivas de la ciencia y de la actividad científica, sino que debe tener el propósito de enseñar a los estudiantes determinados aspectos de la naturaleza de la ciencia, es habitual en currícula de estos países encontrarse con temas de filosofía de la ciencia.

Se suele decir y, en mi parecer, con acierto, que la ciencia tiene un gran impacto en todos los aspectos de la vida moderna, desde el punto de vista de la difusión y extensión de la tecnología y las implicaciones económicas, culturales, sociales y hasta filosóficas que se siguen de las teorías científicas. A pesar de estas omnipresentes consecuencias o efectos, son muchos los individuos que carecen de la comprensión de los elementos científicos básicos. Durante casi veinticinco años, las encuestas al público norteamericano sobre los asuntos fundamentales en ciencia y tecnología ha arrojado el resultado de que el interés ha permanecido estable en los últimos quince años con un 40% de personas interesadas en los saberes científicos. Existen también otros estudios que desvelan las ambigüedades y confusiones que los estudiantes de secundaria y universitarios tienen respecto de la ciencia y la tecnología.

#### 4.1.- La perspectiva científica de las ciencias físicas.

Todo ser humano, desde las primeras fases de su existencia, toma continuamente contacto con el mundo que le rodea. Los seres que constituyen el mundo material y los fenómenos que ocurren en éste, son observados una y otra vez hasta que su conocimiento se incorpora al bagaje de saber que constituye su experiencia personal. A medida que transcurre el tiempo, este conocimiento se hace más extenso y profundo. El hombre va estableciendo relaciones entre los fenómenos y llega a preguntarse por los asuntos que ocurren y se perciben producidos por otros fenómenos que parecen causarlos. Interviene cada vez con mayor poder, reiteración y eficacia en el mundo natural, alcanzando en muchas ocasiones a la modificación de algunos fenómenos naturales. Suele definirse la ciencia como el conjunto de conocimientos sobre la realidad observable, la naturaleza física o cósmica, la de los seres vivos, como los vegetales, los animales y el hombre, etc., que el hombre obtiene mediante unos procedimientos específicos que se denominan método científico. Los hombres son los que van haciendo la ciencia.

**Cuadro 1: Ciencia frente a pseudociencia**

CIENCIA	PSEUDOCIENCIA
<b>Comienza con un problema sin resolver.</b>	Comienza con una cuestión que a veces no tiene solución.
<b>Pretende explicar fenómenos, interpretar la realidad.</b>	Campo de acción entre lo real y lo irreal (constelaciones y horóscopo).
<b>Propone hipótesis verificables. So metida a proceso de comparación.</b>	Enunciados no verificables, basados en creencias. No comparable.
<b>Utiliza razonamiento de correlación.</b>	Utiliza razonamiento de semejanza.
<b>Formulación de enunciados con lenguaje preciso e inequívoco.</b>	Afirmaciones vagas o contradictorias con la experiencia.
<b>Experimentos con condiciones controladas y repetibles.</b>	Experiencias irrepetibles y en condiciones extraordinarias.
<b>Resultados considerados provisionales y que pueden modificar el futuro.</b>	Sus supuestos básicos son inmutables.

Fuente: Elaboración propia a partir de Jiménez (1996)

La ciencia se origina en preguntas, en problemas a los que se busca solución, es una actividad cognitiva que trabaja con elementos como conceptos, hipótesis, leyes, principios o teorías, modelos, paradigmas, etc., sujetos a comprobación o refutación. No puede utilizarse la verificabilidad y la falsación como rasgo único de delimitación científica para todos los saberes, puesto que en las distintas ciencias hay procedimientos metodológicos y de investigación con rasgos específicos, aunque pueda haber una coincidencia básica y sustancial respecto de los elementos esenciales que integran el método científico. La ciencia no se basa en el principio de autoridad empleado en muchas ocasiones como razón de veracidad. La verdadera ciencia se fundamenta en la observación y a veces en la experimentación. Se parte de la observación, se establecen unas hipótesis, se realiza una experiencia práctica para verificar las hipótesis y se formulan las leyes que rigen dicho fenómeno <sup>1</sup>.

Dejando constancia de que, en el capítulo 5º dedicado a la metodología, se ha considerado una primera diferenciación de los conocimientos, en razón de los propósitos de uso (ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo tecnológico). Se ha de mencionar ahora que por razón de los objetivos que se proponen, las ciencias pueden ordenarse en dos grupos: ciencias formales como la matemática y la lógica, denominadas también como ciencias abstractas y las ciencias fácticas o de los hechos. En las ciencias fácticas la “contrastación o falsación de sus hipótesis no se hace sobre definiciones o términos, sino que hay que hacerla sobre los mismos hechos de la realidad sean estos productos de la observación o de la experimentación” (Fernández P., 2010: 18 – 19). En este conjunto de saberes se distinguen tres tipos de ciencias: ciencias humanas, ciencias sociales y ciencias de la naturaleza. Dentro de las ciencias de la naturaleza existen cuatro grandes campos como la Biología, la Geología, la Física, la Química. Cada uno de estos cuatro campos principales de la ciencia experimental se pueden desdoblar en varias ramas o subdisciplinas y el conjunto de varias pueden dar lugar a otras. De aquí en adelante el análisis y la reflexión se restringe al ámbito de la Física, que constituye el objeto de la tesis y, sólo de forma solo tangencial, a la Química, en cuanto ésta como ciencia de los fenómenos químicos, es decir de los cambios materiales que hacen que una sustancia pase a ser otra distinta, mediante las reacciones químicas y las partes relacionadas con la Física se reducen a la termología y a la física cuántica.

---

<sup>1</sup> En este punto se ofrece una escueta mención sobre el procedimiento científico, puesto que tanto el método como la definición y características de la ciencia se han abordado con rigor y detalle en el capítulo 5º dedicado a la metodología científica.

#### 4.1.1.- La Física y algunos de sus eminentes representantes.

La Física es la ciencia de los fenómenos físicos: el funcionamiento y los cambios que experimenta la materia sin que ésta se transforme en otra distinta, como el movimiento, los cambios de estado, la corriente eléctrica, las radiaciones, etc. Se suele definir también la Física como la ciencia de la energía, ya que en su estudio se suelen enfatizar los aspectos energéticos de los fenómenos. Desde este punto de vista, la Física se divide en cinco grandes ramas: Mecánica, Termología, Óptica, Electromagnetismo y Física Cuántica.

Los primeros atisbos de la Física se encuentran en Grecia, en el siglo II a.C. Arquímedes estableció un valor aproximado para  $\pi$  y sus funciones, formuló la ley de la palanca y de la hidrostática e hizo un estudio acerca de las densidades de los cuerpos que desembocó en el *principio de Arquímedes*. En el siglo XVII, Galileo (Pisa 15/02/1564; Florencia 08/01/1642) hizo aportaciones al estudio de la naturaleza en asuntos concernientes a la caída y el lanzamiento de los cuerpos, estudios de resistencia de materiales, formuló la *ley del péndulo*, su máxima aportación reside en haber puesto en juego la observación de la naturaleza, para lo que construyó un telescopio que lleva su nombre formado por la combinación de dos lentes, y a partir de ahí la reflexión y la experimentación, sentando las bases de la nueva ciencia y del método científico. Es digno de mención el físico y matemático italiano, Evangelista Torricelli (Faenza, 15/10/1608; Florencia, 25/10/1647) que *inventó el barómetro*, experimentó con la caída libre de los cuerpos y el movimiento de la Tierra e inventó algunos instrumentos ópticos. Otro físico, matemático y filósofo importante en el siglo XVII es el francés Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, 19/06/1623; París, 19/08/1662) que enunció el *teorema del Hexágono* que lleva su nombre, estudió el equilibrio de los líquidos, empleó el barómetro para hacer experimentos acerca de la presión atmosférica y en su honor la unidad de presión del SI se denomina *pascal*. Mientras tanto, el físico británico Robert Boyle (Irlanda, 25/01/1627; Londres, 30/12/1691) formuló la *ley que lleva su nombre* sobre la relación entre la presión, el volumen y la temperatura de los gases, estableciendo las bases del estudio de la aerodinámica.

En este siglo XVII surge la poderosa figura de mayor importancia de la Física, de la Astronomía y de las matemáticas. Isaac Newton, (Woolsthorpe, 04/01/1643; Kensington, 31/03/1727) descubrió el cálculo diferencial e integral; formuló la *ley de la gravitación universal* y las *tres leyes fundamentales de la mecánica clásica*; determinó

la masa del sol y de los planetas y la causa de las mareas; la unidad de fuerza del SI se denomina *newton* en su honor; además hizo muchos descubrimientos en la parte de la Óptica. En la Ilustración y en los siglos siguientes a Isaac Newton lo estudian los científicos y lo admiran los filósofos. Sus obras se leen, se vulgarizan, se hacen resúmenes y hasta especiales resúmenes para damas. Es el autor modélico del científico. Remedando aquello de “hágase la luz” del génesis, Newton para los ilustrados es quien trajo la luz a la ciencia e incluso a la filosofía. Voltaire en quien mejor expresa esta idea. Por lo que se refiere a la filosofía la mayor incidencia se produce en las áreas metodológicas: la racionalidad metodológica del siglo XVIII trata de inspirarse en las normas metodológicas de Newton, tanto en los *Principia Matemática* como en las *Regulae Philosophandi*, como en los *Querys* finales de la Óptica y muy principalmente en la Query 31. Para la Ilustración Newton es investido del título de Maestro indiscutible del saber (Rábade, 1994: 104).

En el siglo XVIII, se podría destacar a Benjamin Franklin que estudió la *electricidad*. En el siglo XIX, se puede destacar la *experiencia de Oersted* o experimento que por primera vez evidencia la estrecha relación entre el magnetismo y los fenómenos eléctricos; Ampere, André Marie estableció la relación entre la corriente eléctrica y el campo magnético, conocida en su honor como *Ley Ampere*; Maxwell, James Clerk relacionó los *fenómenos eléctricos y magnéticos*, enunciando una serie de ecuaciones que llevan su nombre; por último, Thompson, sir Joseph John determinó la masa y la carga eléctrica de electrones y protones y estudió la *conductividad eléctrica de los gases*. Los cuatro hacen grandes aportaciones en la rama del electromagnetismo y con ellos comienzan los estudios de los átomos. En el siglo XX, destacan dos figuras de la mayor importancia científica en la Física: la primera el físico alemán Planck, Max Kart Ernst Ludwig (Kiel, 23/04/1858; Gotinga, 04/10/1947) enunció la ley que lleva su nombre sobre la radiación de los cuerpos negros, formuló la teoría cuántica y estableció una nueva constante, la *constante de Planck*. Otro físico del mayor renombre corresponde al físico estadounidense de origen alemán Albert Einstein, que estableció una teoría general de campo sobre los campos electromagnéticos y gravitatorios; enunció la *teoría de la relatividad*, que relaciona el tiempo, el espacio y la energía. Su obra revolucionó la física, la ciencia moderna con importantes implicaciones en el área de la filosofía. Tanto Planck como Einstein son considerados los padres de la Física Moderna.

#### 4.1.2.- Utilidad del estudio de las ciencias.

Cada materia de un currículum ofrece al educador unas posibilidades distintas en relación con el proceso de madurez que puede imprimir a los alumnos. El estudio de toda disciplina dota al estudiante de conocimientos: aprende conceptos y técnicas. Sin embargo, la inteligencia humana, especialmente si está motivada, no se conforma con una actitud meramente receptiva. Podría decirse que juega con estos conocimientos: los ordena, sistematiza, analiza, interpreta, relaciona, etc. El papel del profesor es fundamental para guiar los progresos del alumno en su búsqueda.

El conocimiento integral de la dinámica de los procesos científicos, y la aproximación a las específicas actividades que realizan los investigadores, en su afán de descubrir los secretos de la naturaleza, resolver los enigmas que la realidad presenta o proyectar luz sobre los ámbitos oscuros de la realidad física, social o humana, parece que ha de disponer favorablemente al aprecio y a la valoración positiva de la actividad científica en cuanto que hacer ciencia es una aventura esforzada pero apasionante y sorprendente. A esto se refiere Ortega cuando en el comienzo de su magna obra *La rebelión de las masas* constata: “*Sorprenderse, extrañarse es comenzar a entender. Es el deporte y el lujo específico del intelectual. Por eso su gesto gremial consiste en mirar el mundo con los ojos dilatados por la extrañeza. Todo en el mundo es extraño y es maravilloso para unas pupilas bien abiertas. Esto, maravillarse, es la delicia vedada al futbolista, y que, en cambio, lleva al intelectual por el mundo en perpetua embriaguez de visionario*” (Ortega y Gasset, 1986:66).

Sin embargo, la información que obtienen muchos profesores de sus clases con los alumnos de Física y Química resulta más bien decepcionante. Son muchos los estudiantes que las valoran como materias aburridas. En cambio, no suele cuestionarse por parte de los estudiantes la utilidad de las ciencias. La enseñanza – aprendizaje formal de las ciencias en el sistema educativo español se lleva a cabo de acuerdo con la legislación vigente, que viene dada por la **Ley Orgánica de Educación**, 2/2006 de 3 de mayo; el **Real Decreto** 1631/2006 de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de España; este Real Decreto se ha concretado con diversas normativas en las Comunidades Autónomas y en la Comunidad de Madrid mediante el **Decreto 23/2007 de 10 de mayo**. De acuerdo con la normativa vigente, los profesores en el proceso de la enseñanza - aprendizaje de las ciencias suelen perseguir tres finalidades: la ciencia como cultura, que significa que el

proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha de contribuir a que el estudiante se acostumbre enfrentarse con los problemas de la vida cotidiana mediante la *actitud empírico-deductiva propia de la ciencia*; una segunda finalidad que se pretende en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias consiste en un cierto entrenamiento para funcionar con *racionalidad en la vida* ordinaria y para ello se le ejercita en las formas científicas de razonar, actuar y valorar. Por último, la ciencia se ha de entender también como un *conocimiento aplicado*, es decir, que la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no solo ha de ofrecer la posibilidad sino también hacer realidad que los estudiantes aprendan procedimientos, técnicas e instrumentos que les den competencias para hacer.

La ciencia forma parte de la cultura construida por la humanidad a lo largo de los siglos. Las diferentes teorías son conquistas de la inteligencia humana. En cuanto a la pregunta acerca de la utilidad de algunos contenidos del currículum, en algunos casos es verdad que pueden carecer de inmediato carácter pragmático para la sociedad actual pero el ser humano no se agota en un puro pragmatismo, tiene otras dimensiones que han de cultivarse, como puede ser la capacidad de comprender el valor moral de una acción individual o colectiva, el ser humano es capaz de complacerse en la contemplación de la belleza natural o creada por el hombre, en la comprensión del maravilloso edificio de ideas humanas que constituye una determinada teoría. Una de las finalidades de la enseñanza - aprendizaje de las ciencias en la escuela es la transmisión de la cultura científica, lo que se denomina también alfabetización científica. El conocimiento científico es aquel tipo de conocimiento que se obtiene mediante la aplicación del específico método hipotético deductivo, de lo que dejo constancia en el capítulo de metodología y que es distinto de los otros conocimientos que no se obtienen por dicho procedimiento pero que no por ello son despreciables y que denomino impropriadamente conocimientos cotidianos. En mi parecer y de otros muchos, la cultura científica no debería reducirse al mero conocimiento de nombres y fórmulas. Debería ser el conjunto de modelos y teorías de que se dispone actualmente para responder a las preguntas sobre la naturaleza, el funcionamiento y las consecuencias de los fenómenos naturales, sociales o humanos que suceden a nuestro alrededor. El escenario de la ciencia es el ámbito de la racionalidad por antonomasia, en donde los instrumentos de la comunicación, de modo especial el lenguaje, han de esforzarse por alcanzar las más altas cotas de rigor y precisión.

Black y Lucas (1993) afirman que mediante el proceso de la enseñanza – aprendizaje de las ciencias, los estudiantes se darán cuenta de la importancia de los argumen-



tos racionales y de la evidencia. Conlleva aprender a cuestionarse las propias ideas, a utilizar la argumentación y a buscar evidencias. Por tanto, con el aprendizaje científico se desarrollan toda una amplia gama de conocimientos, competencias, habilidades y actitudes. En términos generales, los profesores priorizan la adquisición de conocimientos de las teorías y hechos científicos, sobre los conocimientos acerca de las aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana. Se atiende más a la urgencia de preparar a los estudiantes para su acceso a los cursos superiores, que al desarrollo de actitudes científicas o al aprendizaje de técnicas para el trabajo experimental o al desarrollo del pensamiento lógico. La pregunta a los profesores acerca de lo primero que se busca en la práctica docente obtiene una respuesta casi unánime: preparar a los estudiantes para seguir sin dificultades los estudios superiores y adquirir conocimientos sobre las teorías científicas correspondientes.

#### **4.1.3.- Dificultades en el estudio de las ciencias.**

Los profesores y las profesoras de educación secundaria, en las tareas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, encuentran bastantes dificultades para imaginar y aplicar currículos distintos de los que estudiaron en su época de estudiantes. Valoran la importancia de la ciencia aplicada o de la ciencia ambiental por su finalidad, pero no consideran que a través de ellos se puedan aprender los pertinentes conceptos científicos y las grandes ideas de la ciencia. Opinan que son temáticas a introducir más bien en el currículo optativo de los estudiantes, pero no en el obligatorio. La enseñanza de las ciencias se concibe como la transmisión de aquel conjunto de conocimientos que se considera necesarios e imprescindibles para conformar la estructura en la que se fundamenta cada disciplina científica. Estos conocimientos son propios de una ciencia muy consolidada, sin discusión, están fuertemente formalizados y tienen poca relación con la educación de actitudes y valores que relacionen al estudiante con las situaciones de su vida real. La forma como se ha llegado a elaborar estos conocimientos y las consecuencias de los descubrimientos científicos en el desarrollo social y cultural de la humanidad tienen una importancia secundaria para la mayoría del profesorado. Son sólo aspectos utilizados para motivar al alumnado o para ejemplificarlos, pero no se considera necesario introducirlos en el proceso de enseñanza –aprendizaje y evaluación. Las relaciones de la ciencia con la comprensión de problemas cotidianos son percibidas por los enseñantes como algo indirecto y no como finalidad de su trabajo.



Los estudiantes creen que las ciencias, especialmente la Física y la Química, son un conocimiento muy difícil, al alcance sólo de los más capacitados de la clase. Lo que dice el libro de texto y lo que dice el profesorado es una “verdad” indiscutible, que hay que saber repetir tal cual. Las ciencias constituyen un conjunto de fórmulas, ecuaciones, conceptos y términos que raramente se relacionan con la vida cotidiana. Sirven sólo para aquellas personas que deseen continuar estudiando ciencias. Para el estudiante medio, la “experimentación” y la “teoría” son dos actividades totalmente diferenciadas. Lo que se observa es “real”, fiable y nos dice cómo suceden los fenómenos. Lo que se piensa, en cambio, son “cosas” ideadas por los científicos que es necesario conocer para entrar en su mundo (y para aprobar), pero su relación con los hechos observados es realmente escasa. La ciencia se percibe como formada por un conjunto de compartimentos poco relacionados entre sí: Física, Química, Biología y Geología, y a su vez: mecánica, óptica, teoría atómica, química orgánica, genética, botánica constituyen dárseas aisladas.

Las concepciones epistemológicas sobre la ciencia guardan relación con las concepciones sobre cómo se aprende el conocimiento científico. Por ejemplo, muchos alumnos piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas. Somos conscientes de que este tipo de factores constituye un obstáculo formidable para el aprendizaje de las ciencias y es responsable de muchos de los fracasos que registran los enfoques que se proponen para la enseñanza de las ciencias. Más complicación se produce si se tiene en cuenta que los factores anteriormente mencionados no son meros obstáculos pasivos que hay que eliminar, sino elementos activos que obstaculizan, sesgan y filtran los conocimientos académicos.

Por otra parte, existe amplia evidencia de que, cuando los alumnos abordan el análisis de problemas científicos, utilizan estrategias de razonamiento y metodologías superficiales (Carrascosa y Gil, 1985) o aplican heurísticos importados del contexto cotidiano y de dudosa utilidad cuando se trabaja con contenidos científicos. Para acabar de complicar las cosas, en muchas ocasiones las estrategias metacognitivas de los alumnos son realmente pobres. Uno de los «nuevos» problemas detectados en los alumnos de ciencias es que aplican criterios de comprensión limitados, de manera que no siempre son capaces de formular sus dificultades como problemas de comprensión; es decir, ignoran que no saben (Campanario, 2000). Las destrezas metacognitivas son especial-

mente relevantes en el aprendizaje de las ciencias, teniendo en cuenta que la interferencia de las ideas previas obliga a disponer de un repertorio adecuado de estrategias de control de la comprensión que permita detectar fallos en el estado actual de comprensión. Si los alumnos no son conscientes de sus concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que adopten positivas actitudes para clarificar su comprensión.

A la vista de los problemas anteriores podía parecer que existiese una especie de conspiración cognitiva contra el trabajo del profesor. Ante esta realidad anterior parece claro que las estrategias tradicionales de enseñanza de las ciencias son poco eficaces para promover un aprendizaje significativo. Es innegable que en muchas de las aulas predomina un modelo de enseñanza por transmisión. Según Calatayud, Gil y Gimeno (1992), este modelo tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas que se pueden sintetizar en las siguientes: a) Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación (es suficiente el conocimiento de la materia, sentido común y algo de experiencia). b) El proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos ya elaborados. c) El fracaso de muchos alumnos se imputa a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad, estudio insuficiente, etc..

En estas circunstancias, es obvio que cualquier intento de mejora en la enseñanza universitaria, exige el cuestionamiento de tales concepciones. Cómo enseñar más eficazmente es un problema abierto. Esto es lo que vamos a tratar en esta tesis, cómo influyen los diferentes modelos de enseñanza-aprendizaje y compararlos con el tradicional expositivo.

#### **4.2.- ¿Es difícil la enseñanza–aprendizaje de las ciencias?**

Existen esquemas y prototipos que son modelos mentales. En la actualidad es una proposición consistente la que afirma que no aprehendemos el mundo directamente, sino que lo hacemos a partir de las representaciones que del mismo construimos en nuestras mentes. Las teorías científicas, en la medida en que son estructuras representacionales, describen determinados estados de cosas en un mundo “ideal”, en el sentido en que no se refieren a una realidad concreta, aunque pueda aplicarse a ella, serán representadas, recreadas internamente por quien las comprende de una forma que no es necesariamente copia ni de las expresiones lingüísticas de sus principios, leyes y definiciones, ni de las formulaciones matemáticas con las cuales las teorías se representan exter-

namente. Desde esta perspectiva, nuestros alumnos no son receptores pasivos de información sino activos constructores del conocimiento, de tal manera que aprender Ciencias significativamente implica que sean capaces de recrear esas teorías en sistemas internos de representación de los conceptos relacionados, y no como simples listas de hechos y fórmulas, que es lo habitual en los materiales curriculares y en las aulas de ciencias.

El estudio de la estructura y del contenido de esas formas representacionales con las cuales internamente nuestros alumnos representan los conceptos científicos se ha convertido en un núcleo importante de investigación. De las varias formas representacionales propuestas por la Psicología Cognitiva, el constructo modelo mental, conjuntamente con los conceptos de modelo conceptual y modelización, es el que ha recibido la preferencia de los investigadores en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. El término modelo mental aparece, en la actualidad, cada vez con mayor frecuencia en los artículos de investigación dedicados a la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias y de la Física en particular.

Una representación es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa alguna cosa que es por hipótesis algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia. La palabra muñeca o el dibujo de una muñeca son representaciones externas que nos permiten evocar el objeto muñeca en su ausencia. Las representaciones mentales son representaciones internas. Son maneras de “representar” internamente, es decir, mentalmente, de volver a presentar en nuestras mentes, el mundo externo. Se puede distinguir entre representaciones mentales analógicas y proposicionales. La imagen visual es la representación analógica prototípica, pero han de considerarse asimismo analógicas otras como las auditivas, olfativas o táctiles. El perfume de una rosa puede ser evocado a través de una imagen olfativa, lo que significaría que estaría internamente representado por una imagen olfativa también en nuestras mentes. Las imágenes son representaciones mentales concretas, formas de “ver” las cosas, los fenómenos, a las que se recurre para recuperar y captar la esencia de las mismas, cuanto menos, los detalles que han resultado relevantes al individuo que las construye.

Las representaciones proposicionales son “tipo-lenguaje”, pero un lenguaje de la mente, no consciente, por lo que se podrían denominar “mentales”. No son frases en un cierto idioma. Independientemente del lenguaje estarían expresadas en un “código de

máquina” propio de la mente. Este “mentales” sería el equivalente de las cadenas de unos y ceros, relacionados por las reglas del álgebra booleana que constituyen el código de máquina de nuestros ordenadores. Dichas representaciones son susceptibles de ser expresadas verbalmente. Los modelos mentales son análogos estructurales del mundo; su estructura, y no su aspecto, corresponde a la estructura de la situación que representan. Un modelo mental representa un estado de cosas, y consecuentemente su estructura no es arbitraria. Un modelo mental de una molécula de grafito puede tener dos o tres dimensiones, y puede ser dinámico, permitiéndole al sujeto explorar, por ejemplo, las deformaciones que sufre el material cuando es afectado por altas presiones. Un modelo mental de célula puede representarla en el plano o con volumen y puede atribuirle su funcionamiento característico o sólo abordar y dar cuenta de su estructura. Por el contrario, las representaciones proposicionales pueden ser exploradas solamente en las direcciones permitidas por la sintaxis y por las codificaciones propias de estas representaciones.

#### **4.2.1.-El currículum de las ciencias físicas.**

La Física se sitúa en los programas oficiales dentro de la asignatura de Conocimiento del Medio en Primaria, mientras en la Enseñanza Secundaria Obligatoria su presencia se hace más disciplinar: en los dos primeros cursos se encuentra dentro de las Ciencias Naturales y en los siguientes cursos ya se encuentra en una asignatura junto con la Química.

*4.2.1.1.- Objetivos.* En el nuevo marco oficial se establece de forma precisa los Objetivos Generales del Área y dentro de estos se sugieren algunas ideas como las que siguen a continuación.

a) La necesidad de dotar a los alumnos y futuros ciudadanos de las herramientas necesarias - un lenguaje científico adecuado - para elaborar, intercambiar y defender sus propias opiniones con autonomía, analizar críticamente el mundo que les rodea y participar de forma activa en la resolución de los problemas tecnológicos y científicos que se produzcan en el medio económico, social o políticos en que viven.

b) Se ha de corregir la gran separación existente entre el conocimiento escolar – que los alumnos consideran poco rentable en sus vidas- y el popular, que consideran más útil. Se han de identificar los contenidos básicos, trabajarlos con rigor y profundi-

dad, incluso a costa de no impartir otros y, desde luego, usarlos en situaciones próximas al que debe aprenderlos.

c) Los alumnos deben conocer los procedimientos de la Física: identificar problemas, recabar información, formular hipótesis, diseñar actividades para contrastarlas, recoger información, analizar datos, establecer conclusiones, comunicarlás, etc. Esto exige cambios profundos en la enseñanza y no sólo modificaciones puntuales o anecdóticas.

d) Es imprescindible abandonar la idea, todavía vigente, de que la única forma posible de actuación del alumno en el aula, es la individual. Sin embargo, hemos de convencernos de que con el trabajo en grupo es posible mejorar la implicación de los estudiantes en sus aprendizajes, promocionar actitudes propias de una sociedad democrática, favorecer el debate entre iguales, introducirnos en la cultura de la argumentación y la tolerancia.

e) Es necesario seleccionar y procesar la gran cantidad de información a la que tenemos acceso y procurar que los alumnos sean capaces de identificarla, valorarla y contrastarla, analizarla e interpretarla de forma autónoma y crítica. El reconocimiento de la diversidad de fuentes de información y comunicación no es sino la asunción de una realidad, a la que el mundo académico no puede ser ajeno.

f) Se plantea la necesidad de aplicar los aprendizajes adquiridos a crear hábitos saludables de vida y favorables a la conservación y restauración del medio. Esto lleva consigo, en primer lugar, tomar conciencia de que los seres humanos son el principal elemento modificador del mundo en que vivimos y ha de contribuir de forma activa y personal al denominado desarrollo sostenible.

g) Hay que redefinir la Física y dotarle de su verdadera significación, que potencien sus resonancias en el desarrollo y en la articulación de la sociedad, en la calidad de vida y en multitud de hechos que diariamente marcan nuestra existencia, en la creación de estereotipos y creencias colectivas o en la organización del mundo laboral. De esta manera se le daría una nueva legitimidad al conocimiento de la Física, que el alumno comprendería con facilidad.

h) Es importante contribuir de forma activa a la mejora de la relación existente entre Ciencia y Sociedad, lo que exige el estudio de los paralelismos históricos existentes entre la Física y la economía, las transformaciones políticas, la medicina o el arte.

4.2.1.2.- *Tipología de los contenidos.* La perspectiva de innovación respecto de los contenidos se plantean en el marco oficial de la legislación vigente sobre la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), correspondientes al estudio de la Física. Se pueden describir los contenidos de una manera sencilla e inteligible describiendo el concepto de “contenido”, como todo aquello que es objeto de aprendizaje y es un conjunto de saberes de la Física o formas culturales, en este caso de las ciencias físicas, cuya asimilación y apropiación por los alumnos se considera esencial para su desarrollo y socialización. Los procesos de selección, cuantificación, calificación y ordenamiento que los determinan dependen de las estrategias del proceso de enseñanza - aprendizaje y del conocimiento de la naturaleza intrínseca de la información que, a su vez, dependen del que aprende, de la situación y del análisis de las tareas. (Sevillano García, 2007:139).

Podrían clasificarse los contenidos de muy diferentes formas, pero en el actual sistema educativo español, teniendo en cuenta la legislación vigente, ya mencionada con anterioridad, se puede realizar una diferenciación de contenidos atendiendo a su naturaleza: conceptuales o aquello que han de saber, conceptos y teorías; procedimientos que constituyen los instrumentos con los que han de actuar; por último, las actitudes que definen lo que han de ser, que se corresponden con los valores y normas. Es importante señalar que estos tres tipos de contenidos deben darse de manera simultánea y que no existe entre ellos jerarquía diferencial alguna.

*a) Los contenidos conceptuales* tienen sentido en tanto forman parte de una estructura conceptual. La enseñanza de la Física debería tener como objetivo que los estudiantes aprendieran conocimientos estructurados y no ideas sueltas e independientes. Aunque el marco oficial parecía apostar por un planteamiento de área frente a uno disciplinar, al concretar los contenidos conceptuales, se asemeja más a las asignaturas clásicas.

*b) Los contenidos procedimentales* se definen como un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta. No se trata de una determinada metodología. Los contenidos procedimentales abarcan las competencias, habilidades y destrezas que han de conocer, como es obvio, para ponerlas en práctica en orden a la operación, obrar algo. Las competencias, habilidades y destrezas suponen un cierto entrenamiento para asegurarse que saben funcionar con esas herramientas. Es un contenido escolar objeto de la planificación e intervención educativa. Son procesos esenciales en

la Física, que deben proyectarse en la enseñanza de la misma porque facilitan el aprendizaje.

c) *Las actitudes* poseen tres componentes básicos que reflejan la complejidad de la realidad social: cognitivo que se nutre de los conocimientos y las creencias; el componente afectivo y el conductual o declaración de intenciones. No son estados de ánimo sin explicación causal. Se suelen distinguir los siguientes ámbitos en las actitudes: hacia la Ciencia y sus descubrimientos, en los procesos científicos, para la creación de hábitos saludables y de conservación, y ante la asignatura.

4.2.1.3.- *Orientaciones Didácticas.* Según la Administración, las Orientaciones Didácticas pretenden interpretar el espíritu que subyace en la nueva propuesta establecida para la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). Se apuesta por un enfoque constructivista de tipo social.

a) *Respecto del Profesor.* En cuanto al perfil de actuación que se establece para el profesor se señalan varias orientaciones: 1ª) *El trabajo debe centrarse en la resolución de situaciones problemáticas* que dirijan el aprendizaje de los alumnos. Es necesario buscar interrogantes genéricos que justifiquen y den utilidad a los conocimientos que se pongan en juego en el aula. 2ª) *Se han de tener en cuenta las preconcepciones de los alumnos* en la selección de los contenidos. Como consecuencia, no sólo se han de detectar sino que se ha de proporcionar en el desarrollo de las tareas de aula las condiciones y el tiempo necesario para que éstas afloren. 3ª) *El profesor debe plantear actividades que propicien un cambio conceptual.* Deberá diseñarlas para que el alumno reconozca sus ideas, las diferencie de las de otros, sea capaz de cuestionarlas, modificarlas, ampliarlas o sustituirlas con otras ideas nuevas. 4ª) *El profesor debe destacar la funcionalidad de los contenidos de la enseñanza-aprendizaje.* Resultan fundamentales dos aspectos: que el alumno conecte los aprendizajes del aula con los no académicos, y que las tareas que se planteen sean atractivas para lograr la implicación de los estudiantes. 5ª) *Debe existir una diversificación del tipo de actividades,* graduarlas según sus dificultades y recapitulaciones permanentes, lo que acentúa el rol del profesor como orientador y colaborador en el proceso de aprendizaje y destaca la importancia de la autoestima del alumno en el proceso de construcción de su conocimiento. 6ª) *Se debe evitar la motivación basada en la competitividad* y se debe potenciar la actitud cooperativa. Habrá que apostar por el trabajo en grupo exigiendo a cada alumno su participación responsable. 7ª) El profesor

ha de proceder como un investigador experto que actúa como asesor científico del trabajo de sus alumnos, a los que podemos considerar investigadores noveles.

*b) Los estudiantes.* En relación a los estudiantes también se matizan algunos aspectos: 1º) *El alumno es quien construye sus aprendizajes.* Para ello necesita de la ayuda del profesor, del trabajo en grupo, pero siempre asumiendo su responsabilidad. 2º) *Se necesita una mayor variedad en las actividades* planteadas, evitando la monotonía en el trabajo en el aula. 3º) *Conviene usar estrategias de descubrimiento* dirigido para que los alumnos puedan tener la sensación, que transmite la realización de una verdadera investigación y entender un poco mejor la verdadera dimensión de la Física. 4º) *La resolución de problemas* de lápiz y papel sigue ocupando un lugar prominente en la enseñanza de la Física. 5º) *La realización de pequeños proyectos*, la búsqueda de información en diversas fuentes o la comunicación de resultados son situaciones privilegiadas para favorecer el debate, relacionar o sintetiza conocimientos, contrastar la información con las ideas previas. 6º) *Clases teóricas y prácticas.* También cabe destacar en general, la apuesta inequívoca a no separar las clases teóricas y prácticas. Esta integración conlleva exigencias institucionales.

#### **4.2.2.- ¿Las ideas preconcebidas de los alumnos obstruyen el estudio de las ciencias físicas?**

Esta pregunta en la mente de los profesores cuando inician su tarea de explicar las ciencias físicas genera una segunda cuestión: ¿Qué puedo hacer para facilitar el aprendizaje? En mi parecer, un primer problema consiste en que la física trata de explicar fenómenos que resultan familiares al alumno, sobre los que él tiene algunas ideas previas y opiniones vulgares que, a veces, resultan útiles para comprender el comportamiento de la naturaleza pero que compiten y hasta con ventaja, con aquello que se le enseña en la escuela. La Física que se desarrolla en la ESO intenta explicar y analizar el comportamiento del mundo que nos rodea, cómo y por qué se mueven los cuerpos, cómo funcionan los distintos aparatos y dispositivos que utilizamos, etc. Para una explicación que no sea simplista, se necesita recurrir a representaciones idealizadas, aunque simplificadas, pero alejadas de la realidad, o por lo menos de lo que percibimos como nuestra realidad. Las variadas aproximaciones al fenómeno del movimiento, en las que se hacen referencias a cuerpos que pueden moverse eternamente y nunca se paran; a



pelotas que pueden caer desde una cierta altura, botar en el suelo y volver otra vez al mismo sitio; a los péndulos y las poleas que tienen cuerdas que carecen de masa; etc. La física elemental está saturada de un amplio catálogo de aproximaciones como éstas que pretenden ayudar al físico y al estudiante de física a simplificar los problemas que se plantean, para poder profundizar en ellos y llegar a comprenderlos. No obstante, estas simplificaciones, indiscutiblemente útiles para aprender física, están bastante alejadas de la realidad que percibe el alumno. Nuestros estudiantes conocen perfectamente que todos los cuerpos en movimiento acaban por pararse y saben que, si queremos que sigan moviéndose con velocidad constante, es necesario aplicarles una fuerza constante; ven que los cuerpos caen y saben que eso ocurre porque los atrae la Tierra, sin embargo, no ven que los cuerpos atraigan a la Tierra. Además se encuentran ante dos objetos que realizan una fuerza el uno sobre el otro y viceversa pero sin necesidad de estar en contacto. En realidad, estos fenómenos son imaginables por el alumno y esto le motiva, sin embargo, también constituyen una fuente de problemas, fundamentalmente por las diferencias y aparentes contradicciones entre el mundo idealizado que presenta la ciencia y el mundo real que observa el alumno.

El acceso al Bachillerato ha de constituir una oportunidad de profundizar en el aparato conceptual y procedimental del trabajo. Entraña un aumento cualitativo y cuantitativo de la dificultad de los procedimientos que tiene que aprender y poner en práctica el alumno, centrado fundamentalmente en la resolución de los problemas que implican manipulación de datos numéricos. Aquí puede suceder que los conceptos físicos pasen a un segundo plano al centrarse en el cálculo numérico. También se da el salto a fenómenos más allá de lo observable como los fenómenos eléctricos, campos gravitatorios, ondas electromagnéticas, etc. A continuación en un cuadro sinóptico se sintetizan los ámbitos de los contenidos y dificultades con que se encuentra el estudiante de la ESO y del Bachillerato en el estudio de las Ciencias Físicas.

**Cuadro 2: Currículum de Física de E.S.O. y Bachillerato**

	SE ESTUDIAN:	MEDIANTE:	DIFICULTADES GENERADAS POR:
ESO	Fenómenos próximos al alumno.	Aproximación fenomenológica. Aproximación a los procedimientos científicos.	La forma en que el alumno ve el mundo. Atribución de propiedades materiales a los conceptos.
BACHILLERATO	Fenómenos próximos al alumno. Fenómenos más allá de lo observable.	Profundización en conceptos y procedimientos de trabajo. Alta carga del estudio cuantitativo de los fenómenos.	La forma en que el alumno ve el mundo. Necesidad de representar lo no observable. Cálculos matemáticos y resolución de problemas cuantitativos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Pozo y Gómez Crespo (1998)

*4.2.2.1.- Dificultades, errores y prejuicios más frecuentes de los alumnos.* Al enfrentarse el alumno de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) a los conceptos físicos, se suele encontrar una serie de dificultades y errores.

*a) Errores frecuentes.* Podría elaborarse un sucinta enumeración de los más difundidos y frecuentes y destacaría los siguientes: 1) Los alumnos utilizan muy poco el término energía en sus explicaciones y cuando lo hacen introducen numerosas ideas erróneas. 2) Indiferenciación entre conceptos como fuerza y energía. 3) Asociación entre fuerza y movimiento. 4) Dificultades para comprender los fenómenos de la naturaleza en términos de interacción entre cuerpos o sistemas. 5) Interpretación de la corriente eléctrica como fluido material. 6) Dificultades para asumir las conservaciones dentro de un sistema: energía, carga, etc.

*b) Decepción y confusión.* Las reacciones de los jóvenes a las clases de ciencias no solo son el resultado de lo que ocurre en las lecciones sino también de lo que esperan que ocurra. La decepción responde también a las expectativas. En las actitudes y mentalidades con que afrontan las ciencias los alumnos convergen las experiencias que han tenido en años anteriores a nivel muy básico o no tan básico, de forma implícita o explícita. Tendrán una imagen de la ciencia como actividad que observa y registra fenómenos naturales y que plantea preguntas sobre cómo han llegado a ser como son y por qué actúan como lo hacen. Algunos jóvenes estudiantes llegarán a formar amasijos de ideas medio falsas, medio comprendidas y medio conscientes de lo que es la ciencia y de lo que ha descubierto. La mayoría de ellos, a menos que tengan hermanos o hermanas mayores que pongan las cosas en su lugar, esperan que la ciencia sea informativa, sorprendente y divertida.

*c) Dificultad para percibir la coherencia y la estructura de la ciencia.* Muchos alumnos se encuentran que la idea de solidez que tiene la ciencia se le viene abajo debido a la fragmentación de todos los saberes, ante esta división y compartimentación se pierde la noción de coherencia que transmite la ciencia. Estos cambios hacen que el alumno a veces cuando ya está dominando algún campo quede frustrado porque el docente ya ha cambiado a otro bloque y ya no sitúa los nuevos conceptos en su relación con los anteriores o pasa a confundir los anteriores que creía tener asentados. Este desarrollo es lo que los psicólogos llaman “incapacidad aprendida”, es más frecuente de lo deseable en las escuelas y es bastante pernicioso porque lleva a los estudiantes a protegerse de la experiencia repetida de sentirse tontos y parecer ignorantes no esforzándose. El estudio de las ciencias en la Enseñanza Secundaria Obligatoria se percibe como una colección de experiencias aisladas. Existe una secuencia lógica pero no alcanzan a comprenderla en muchos casos. La ciencia se considera como un edificio muy bien construido teóricamente, sin embargo los alumnos, en gran parte, no alcanzan a percibir esa estructura armónica y coherente. Les resulta invisible para sus mentes.

*d) Ausencia de sentido práctico.* A veces la frustración viene de que los alumnos no perciben los aspectos prácticos de las ciencias que se explican y consideran inútil todo lo que están aprendiendo puesto que no va a servirles para nada. A veces esto es fruto del alejamiento de los docentes durante la explicación del mundo real, es decir, se suponen tantas cosas, se hacen muchas aproximaciones, que poco o nada guardan relación con el mundo percibido por los sentidos de los estudiantes.

*e) Otras dificultades.* Existe también la búsqueda del resultado “haciendo trampa”, el estudiante no entendiendo nada aprende el modo de resolver los problemas y emplea la memoria para resolver los problemas que se le piden, sin embargo no hay en ningún momento comprensión de los conceptos referidos en el problema. Los estudiantes sienten también frustración ante los aspectos ilógicos que se les piden aceptar, por ejemplo, en la conservación de la energía y la suposición de que no existe rozamiento lleva a conclusiones totalmente ilógicas y son habituales en la enseñanza de la ciencia.

#### **4.2.3.- Publicación de algunas experiencias sugestivas.**

De una forma más específica se pueden ir desgranando los diferentes problemas y dificultades que un alumno puede tener al enfrentarse en los procesos de la enseñanza – aprendizaje respecto de la comprensión de los conceptos físicos más importantes y que han sido publicadas.

*a) Confusión terminológica sobre la materia.* Confunden a veces el nombre del objeto con el nombre del material del que está hecho. Bouma et al. estudiaron el significado que daban los alumnos a la palabra materia. Encontraron que a los 13 años sólo el 20% de los alumnos la explicaban como algo que se puede coger con la mano y ocupa sitio. A los 16, esta proporción crecía al 66%. El resto daba un significado no tangible, no la explicaba o daba una explicación confusa. En otra experiencia acerca de estudios de termodinámica a partir de software, incide en un punto señalando como primordial formular y publicar los objetivos instruccionales claros.

*b) Fuerza y masa.* Holding (1987) investigó el desarrollo de la idea de que una fuerza tira hacia debajo de los objetos, y también el desarrollo del concepto de masa. Ambos cambios conceptuales parecen desarrollarse lentamente. La masa se asociaba a menudo con la palabra fonéticamente similar de “masivo” y, en esa línea, se combinaba con tamaño o volumen. En ese caso los alumnos estimaban la masa de un material en función de lo voluminoso de su apariencia.

*c) Densidad y peso.* Smith et al. (1991) encontraron que la primera idea de densidad de los niños puede describirse con la frase “pesado para su tamaño”. Suelen tener una noción general de “pesadez” que incluye el peso y la densidad. Piaget encontró que las nociones de peso y densidad se desarrollan cuando los niños empiezan a tener en cuenta puntos de vista diferentes a los suyos. Inicialmente los niños pueden considerar

que una piedra es ligera para ellos pero pesada para el agua. A los 9 y 10 años, empiezan a relacionar la densidad de un material con la de otro. Hewson (1981) mostró que, aunque algunos estudiantes de 14 a 22 años relacionan la densidad de los materiales con lo densamente empaquetadas que estén las partículas, las explicaciones pueden ser inadecuadas o incompletas: sus concepciones de masa y volumen dependen de sus concepciones de la disposición, la concentración y la masa de las partículas. Rowell et al. descubrieron que más del 80% tenían concepciones erróneas sobre el volumen que podrían plantear serias dificultades para comprender la densidad.

*d) Materiales sólidos y los líquidos.* Stavy y Stachel (1984) estudiaron las ideas en desarrollo que tenían niños israelíes de 5 a 13 años sobre los materiales sólidos. Los niños tienden a considerar que lo rígido es sólido y el polvo es líquido. A los 11, tendían a considerar cualquier cosa en polvo como en un estado intermedio más que como un líquido. Los investigadores sugieren que los profesores fomenten el desarrollo de la idea de que el polvo está formado por pequeños trozos sólidos. Desde el punto de vista de un niño, la conversión de una masa sólida en un sólido en polvo o en un líquido probablemente dé como resultado una disminución en la masa. Los niños consideran que un líquido es un material derretido o que se puede verter. También otra concepción viene dada porque el modelo de líquido es el agua, por tanto el líquido es algo acuoso o hecho de agua o que contiene agua.

*e) El estado gaseoso.* En cuanto al estado gaseoso parece ser que no son conscientes de que el aire y otros gases poseen carácter material. En la mente de muchos niños el aire y el gas parecen tener connotaciones afectivas opuestas: el aire es bueno y se usa para respirar, el gas es malo porque puede ser venenoso e inflamable. Más tarde, los alumnos desarrollan la conciencia del carácter material de los gases. Sin embargo, los alumnos pueden no considerar que un gas tenga peso o masa. Leboutet-Barrell (1976) sugiere que eso se debe a que la experiencia más común de los niños en relación con los gases es que tienden a subir o flotar. Entre los niños de 9 y 13 años, predicen que los gases tienen la propiedad de peso negativo e incluso que cuanto más gas se añade a un recipiente, más ligero se vuelve el recipiente. Hasta que los alumnos conciben que los gases tienen masa es improbable que sepan que se conserva la masa a pesar de los cambios de estado en la materia.

*f) Fusión y evaporación.* Stavy y Berkovitz (1980) fundieron una muestra de hielo y otra no, eran iguales en masa, luego preguntó si se conservaba la masa, a los 10

años ya era el 75% los que respondían afirmativamente. Cosgrove y Osborne (1981) encontraron que, entre los 8 y los 17 años, muchos consideraban que la fusión es similar a la disolución en que es un proceso gradual y, en su opinión, casi desconectado de una temperatura. En cuanto a la evaporación, para que un niño de una explicación correcta a dicho fenómeno necesita de los conceptos de conservación, atomismo y aire, entre los 12 y 14 años parece que es frecuente la concepción de evaporación que enlaza las tres opciones. Por debajo no saben dar explicación y por supuesto que la masa no se conserva. También parece que la comprensión del concepto de ebullición es anterior al de evaporación a temperatura ambiente.

g) *La ebullición y la temperatura.* Andersson (1979) investigó la comprensión de que el punto de ebullición de una sustancia pura a una presión determinada es fijo. Planteó a los niños el problema de qué pasaría si el agua continuara calentándose durante otros cinco minutos una vez llegado al punto de ebullición. El 40% de los sujetos de 12 años respondía que la temperatura sería mayor de 100°C, la mayoría del grupo explicaba que el agua se pone más caliente cuanto más tiempo se le está dando calor. Aún el 16% de los niños de 15 años pensaban igual. De los que pensaban que se mantendría en 100°C, el 25% de los de 12 y 13 años explicaba su respuesta en función de que el número que marcara el mando de la cocina era lo que determinaba la temperatura del agua. Subía al 32% a los 15 años. El otro problema de Andersson (1979) pedía a los niños que sugirieran que sucedería si se subiera de número el mando de la cocina. En este caso el 80% de los niños de 12 años pensaba que la temperatura aumentaría por encima de los 100°C. Esta respuesta bajaba al 54% en los niños de 15 años. Sólo el 31% daba respuestas correctas a los 15 años. Según los niños cuanto más tiempo aportes energía a un líquido aumentará el punto de ebullición, este error se debe en parte a la concepción de que la temperatura y el calor son la misma cosa.

h) Condensación. Ante la condensación del agua sobre un recipiente que contiene hielo, los niños contestaron que el frío se transformó en agua y el frío hizo que el oxígeno y el hidrógeno se transformaran en agua. Cada respuesta un 40% y sólo el 20% eligió la respuesta el agua se condensó a partir del vapor del aire. Este estudio se realizó entre niños israelíes entre 10 y 14 años y niños de Nueva Zelanda de 12 a 17 años. Stavy (1990), a partir de un experimento de sublimación (paso de estado sólido a gas), realizó una serie de preguntas acerca de la conservación de la masa, el 30% a los 9 años respondía bien y llegaba al 80% a los 15 años.

i) *Las partículas en los sólidos, líquidos y gaseosos.* Dow et al.(1978), al explorar las ideas sobre las partículas en alumnos de secundaria, encontraron que aunque no podían representar el *estado sólido* como una disposición ordenada de moléculas, no daban razones de por qué la estructura se debe mantener unida, ni eran capaces de explicar la incompresibilidad de los sólidos. A los 17 años aún llegaba al 20% los que concebían el sólido de forma continua y no a base de moléculas. Novick y Nussbaum (1981) encontraron que más del 10% de una muestra de 13 a 14 años representaba que las partículas de aire se transformaban en aire líquido continuo cuando se las enfriaba suficientemente, aún después de explicarles la teoría cinética. Dow et al., al investigar las ideas sobre *partículas en los líquidos* mantenida por alumnos de escuela secundaria, encontraron que las concepciones erróneas de los niños surgían principalmente de considerar el estado líquido como un estado a mitad de camino entre sólido y gas. Como resultado, los alumnos sostenían ideas que sobreestimaban grandemente la separación y la velocidad de las partículas de un líquido. El movimiento aleatorio, creían que sólo se refería a la dirección pero no a la velocidad. Esperaban que las moléculas se frenasen. Según esta visión de los alumnos no sería posible explicar el proceso de evaporación, sería comprensible y las moléculas se alejarían entre sí, tampoco tendría un volumen fijo.

En cuanto a las *partículas en los gases*, se hizo una experiencia con niños y niñas de 13 y 14 años, se mostró un matraz con aire y se le unió una bomba de mano para extraer el aire. Después del uso de la bomba, se les pidió a los sujetos que dibujaran como se vería el aire antes y después de utilizar la bomba. Alrededor del 60% indicaba que el gas está compuesto de partículas, el 46% decía que hay espacio vacío entre las partículas y el 50% que el movimiento interno justifica la distribución de partículas en el espacio. Ben-Zvi et al. (1990) exploraron como unos niños de 15 años visualizaban el símbolo  $O_2$  (g). Sólo el 10% lo representaba como muchas moléculas de oxígeno dispersas, aunque el 68% había dibujado satisfactoriamente un elemento en estado gaseoso.

j) *Temperatura y cambios de estado.* En cuanto a las experiencias de los cambios de estado y su explicación con partículas se han realizado diversas experiencias. Con australianos de 13 a 17 años, menos de 20% describieron la fusión de hielo en términos de partículas y también se repitieron estos resultados a la hora de explicar cómo se evapora el agua. Las ideas sobre el calor que tienen los niños se han estudiado de formas

diferentes. Driver y Russell (1982), encontraron, que al ponerles delante una mezcla de una cantidad de agua fría y la misma de agua caliente, que los niños de 13 y 14 años daban valoraciones cualitativamente correctas en un 80%, pero menos del 25% predecían una temperatura media cuando se introducían valores numéricos. También llevaron a cabo otro estudio en el que mostraba a los niños un vaso de hielo a 0°C. Se preguntaba a los niños que le ocurriría si le añadido más hielo. La mayoría de los niños de 8 años pensaba que la temperatura subiría cuando se aumentaba el volumen de hielo. Los niños de 14 años tendían a pensar que la temperatura disminuiría. En un estudio de Appleton con niños de 8 a 11 años los niños llegaron a responder que el termómetro medía el calor, no acertaban en su mayoría que el agua con mucho estaba entre 0 y 10°C y que el agua al hervir se sitúa entre los 90 y los 100°C de temperatura.

k) *Energía: transferencia, errores conceptuales y conservación.* En cuanto a los procesos de *transferencia de energía*, los estudios se concentran en el fenómeno de la conducción del calor. Watts y Gilbert informan sobre las ideas de los alumnos acerca de una barra de metal que se calentaba por un extremo y se enfriaba por el otro. Los alumnos de entre 13 y 17 años se referían a moléculas calientes que se movían a lo largo de la barra hacia el extremo frío, donde se enfriaban y dejaban de moverse. Los más jóvenes también se referían a moléculas frías en el agua y algunos sugerían un intercambio de moléculas calientes de la barra por moléculas frías del agua. Cuando se preguntaba a niños de 15 años acerca de una situación: una persona coge un objeto frío. Muchos de los niños creían que la frialdad se transmitía del objeto frío a la persona que lo sostiene, en vez de ser el calor el que se transfería desde la persona al objeto. Muy pocos estudiantes explicaban la conducción en términos de partículas.

Muchos niños parecen enlazar energía con movimiento y fuerza. Ault et al.(1982) encontraron entre sus estudiantes una visión no diferenciada de energía, trabajo, fuerza y potencia, y Barbetta et al.(1985) sugieren que la *confusión en el uso de las palabras fuerza, energía y trabajo no es sólo terminológica sino conceptual*. Dos tercios de los alumnos a priori piensan antes de ver el concepto de energía en clase que tiene que ver con el movimiento y/o que era una fuerza.

Duit (1991) informa de que los estudiantes no necesariamente ven la necesidad de la *idea de conservación de la energía*. Se pidió a estudiantes de 12 a 14 años que predijeran la altura o velocidad final de una bola en una pista con forma de U y que explicaran sus predicciones. Un 43% hicieron la predicción correcta, sólo un 2% explicaba



su predicción en términos de transferencia de energía y ninguno mencionaba la conservación de la energía. Sin embargo, después de la explicación aumentaron los porcentajes a un 63% pero sólo el 10% empleaba el principio de conservación de la energía. Muchos de los estudiantes a los que se ha presentado esta experiencia apelan al principio de conservación pero creen que habrá pérdidas de energía suponiendo que no tiene rozamiento.

l) *Fuerza, presión y peso*. Driver informa de que los alumnos son reacios a aceptar la *presencia de fuerza donde no hay movimiento*, sin reconocer las fuerzas pasivas que hacen posible el equilibrio. El 50% de una muestra de 1000 alumnos noruegos de secundaria superior no reconocían tales fuerzas. Algunos autores hacen hincapié en que se debe explicar de forma más pausada la tercera ley de Newton que es la que explica este tipo de fuerzas. De esta forma se pueden introducir términos que los alumnos suelen tener un poco confusos como la fuerza de reacción, el efecto de acción y reacción, los pares de fuerzas...

La investigación sobre las *ideas de los alumnos respecto a la presión* se ha centrado en las presiones de fluidos, especialmente el aire. Sére (1985), trabajando con once sujetos franceses de 11 a 13 años, encontró que los alumnos pensaban que sólo tenía presión el viento y no el aire quieto. Trabajando con ochenta y cuatro sujetos de 12, 14 y 16 años, Clough y Driver (1985) encontraron altas proporciones que pensaban que la presión aumenta con la profundidad (67%, 80% y 87%, respectivamente). Sin embargo, los alumnos estaban menos inclinados a pensar en que la presión actúa en todas direcciones en el aire o el agua (13%, 19% y 34%, respectivamente), se inclinaban a pensar en una presión mayor hacia abajo. Encontró este estudio también explicaciones sobre el funcionamiento de las jeringuillas, se hacían frecuentes referencias a que el aire o un vacío chupan. Mencionaban que la presión atmosférica empuja, pero pocos alumnos lo explicaban en relación con el equilibrio de presiones.

Al estudiar a 600 sujetos franceses de 11 a 13 años y sus ideas sobre las *diferencias de presión y el consiguiente movimiento del aire*, Sére (1985) encontró un 85% que describía correctamente hasta qué punto entra aire en un balón antes y después de inflarlo. Sin embargo, sólo el 63% de los alumnos compararon adecuadamente la presión del aire dentro del balón con el aire exterior. Generalmente los alumnos no hacían comparaciones de presión con facilidad. Un resultado importante del estudio de Sére es que tienden a asociar la presión en los gases con aire en movimiento, suponiendo que la pre-

sión actúa en la dirección de éste. Había menos tendencia a asociar la presión con gases estáticos.

Refiriéndose a la gravedad, la *idea de que el peso de un objeto es una fuerza* no parece ser una idea muy firme en los alumnos de secundaria. La gravedad suelen creer que es una propiedad del espacio y no del objeto. Además, sólo afecta a los objetos pesados. También creen que en el agua no hay fuerza de gravedad y por eso flotan.

*4.2.3.1.- Naturaleza, propiedades y cambio de la materia.* Una parte importante de los contenidos del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias físicas en la Educación Secundaria Obligatoria están dedicados a explicar la naturaleza y las propiedades de la materia y los cambios que ésta puede experimentar. Esta parte de las Ciencias Físicas resulta de gran interés pero también entraña especial dificultad.

*1º) Los estudiantes deben asumir que la materia tiene una naturaleza discontinua*, comprendiendo que, más allá de su apariencia visible o de los diversos estados en que puede presentarse, está siempre formada por átomos, pequeñas partículas que se encuentran en continuo movimiento e interacción, que pueden combinarse para dar lugar a estructuras más complejas, y entre las que no existe absolutamente nada, lo que implica la compleja y abstracta idea de vacío.

*2º) Estas nociones son básicas a la hora de explicar las diversas interacciones* entre átomos formando moléculas, los cambios de estado y sus propiedades. Numerosos estudios muestran cómo los estudiantes encuentran bastantes dificultades para aceptar y utilizar el modelo corpuscular en sus interpretaciones de las propiedades de la materia y cómo este modelo interpretativo se encuentra bastante alejado de la percepción y la intuición inmediata. Fue muy lento su establecimiento teórico dentro de la historia de la ciencia, partiendo de Leucipo y Demócrito, que fueron los primeros que postularon el modelo atómico, hasta que más de veinte siglos después se establecieron en firme los modelos atómicos con Thomson, Rutherford, Bohr, Heisenberg...

*3º) Factores que dificultan este aprendizaje.* Por tanto, si fue tan lento el proceso de descubrimiento no debería extrañar que sea lento el proceso de aprendizaje actual. Encontramos hoy día varias dificultades que no difieren demasiado de las que tuvieron que enfrentarse los científicos que formularon los principios teóricos como son la creencia común en el conocimiento cotidiano, desde una perspectiva realista se puede inferir a través de los sentidos que la materia es continua. Otro factor que dificulta el aprendi-

zaje es la carencia de representación mental de los modelos corpusculares presentados ya que los alumnos no pueden acudir al mundo observable para adquirir esos modelos de representación, no tienen imágenes a las que acudir.

4º) *Modelo corpuscular*. En general, puede decirse que la mayoría de los alumnos utilizan muy poco el modelo corpuscular en sus explicaciones cuando tienen que interpretar algún fenómeno cotidiano o escolar. Cuando se enfrentan a un problema, espontáneamente recurren a interpretaciones en las que describen el fenómeno a partir de las propiedades macroscópicas de la materia.

**Cuadro 3: Interpretación de la materia como un sistema de partículas en interacción**

<p><b>Hechos y datos de los que parte el alumno.</b></p>	<p>Creencias del alumno:</p> <p>La materia es continua y estática. No existe el vacío y el reposo es su estado natural.</p> <p>Basta con una descripción macroscópica.</p> <p>Las partículas tienen las mismas propiedades que la materia.</p> <p>Las partículas y la materia deben sufrir el mismo cambio.</p> <p>Cuanto más parecidas sean las sustancias inicial y final, el cambio será menor.</p>
<p><b>Causalidad lineal y unidireccional.</b></p>	<p>Relaciones causales que establece el alumno:</p> <p>Los cambios en la materia vienen dados por los cambios de sus características externas.</p> <p>Los cambios de las partículas coinciden con los cambios macroscópicos.</p> <p>Las partículas cambian su estado de reposo si algún agente externo lo produce.</p>

**Interacción entre partículas. El objetivo en Educación Secundaria.**

La materia como un sistema de interacción entre partículas.

La materia está formada por partículas.

Las partículas se mueven constantemente.

Entre las partículas no hay nada, vacío.

Las partículas se pueden agrupar en estructuras complejas.

Las interacciones entre partículas provocan cambios en su movimiento o en las asociaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de Pozo y Gómez Crespo (1998).

#### **4.3.- Modelos de la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias.**

Teniendo en cuenta que la enseñanza y el aprendizaje guardan estrechas relaciones de interdependencia, es legítima la propuesta de presentar la variedad de modelos didácticos, que comprenden tanto el proceso de enseñanza cuanto el de aprendizaje. En el seguimiento de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, los docentes seleccionan determinados contenidos, programan distintas actividades, preparan materiales y recursos, es decir toman una serie de decisiones sobre qué enseñar y cómo hacerlo. Estas decisiones y estrategias responden a un modelo, y el hecho de que sólo un cierto número de docentes afirmen optar por modelos constructivistas o de descubrimiento, no debe llevarnos a aceptar que el resto no tienen modelos para el diseño de su enseñanza-aprendizaje. Se trata más bien de que el modelo que siguen tiene un carácter implícito, como es el caso de muchas personas que dan clases magistrales basadas en el modelo de transmisión y recepción porque es el que conocen, porque es en el que creen o porque es el único con el que se sienten seguros.

##### **4.3.1.-El modelo de transmisión-recepción.**

El modelo de transmisión recepción es el más clásico y sigue siendo un modelo de actuación vigente que se fundamenta en la tradición y en los aspectos positivos que por si mismo tiene y por lo que suele denominarse la inercia cultural, en virtud de la

cual un modelo o institución siguen vigentes por la utilidad que prestan o que parecen prestar. Estamos de acuerdo con lo que afirma Jiménez Aleixandre, “El peso de la tradición es grande y creemos que sigue siendo mayoritario en nuestro país el empleo de estrategias basadas en él” (Jiménez Aleixandre, 2000:170)

**Cuadro 4: Modelo de transmisión-recepción**

Fundamentos psicológicos y epistemológicos	<p>El estudiante es una página en blanco en la que se inscriben los conocimientos.</p> <p>La ciencia como un cuerpo cerrado.</p> <p>Opera el principio de autoridad encarnado en el libro de texto y en el docente.</p> <p>Las teorías son presentadas sin relación con el problema que estuvo en su origen.</p>
Principios	<p>Aprender ciencia es asimilar conocimientos científicos.</p> <p>No es necesario el contacto de la persona con la realidad.</p> <p>Enseñar ciencia es exponer los conocimientos científicos de forma clara y ordenada.</p>
Modelo en acción	<p>El currículum consiste en un listado de contenidos conceptuales.</p> <p>Su meta es preparar para el siguiente nivel educativo.</p> <p>El eje de la enseñanza transmisiva es la lección magistral.</p> <p>La prueba de la adquisición de los contenidos es la memorización.</p> <p>La evaluación se centra en listas de conceptos.</p> <p>Las experiencias prácticas sólo servirán como ilustración de la teoría.</p>
Sistema social	<p>El docente es transmisor de conocimientos.</p> <p>Los estudiantes participan para responder cuando se les solicita o para seguir instrucciones.</p> <p>Las interacciones son profesor-estudiante y estudiante-profesor.</p> <p>Evaluación equivale a examen sobre el aprendizaje de hechos y conceptos.</p>

Crítica	<p>La mera exposición no asegura su comprensión.</p> <p>Cada persona debe rehacer los conceptos e ideas para que sea significativo su aprendizaje.</p> <p>Para enseñar no basta con saber la asignatura, se debe atender a los intereses de los alumnos y a los objetivos referidos a actitudes.</p>
---------	--

Fuente: Elaboración propia a partir de Pozo y Gómez Crespo (1998).

El modelo tradicional se ha enfocado principalmente a la consecución de “conocimientos verbales, en el que la lógica de las disciplinas científicas se ha impuesto a cualquier otro criterio educativo y en el que a los alumnos se les ha relegado a un papel meramente reproductivo. El profesor es un mero proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo, y el alumno, en el mejor de los casos, es el consumidor de esos conocimientos acabados, que se presentan casi como hechos, como algo dado y aceptado por todos aquellos que se han tomado la molestia de pensar sobre el tema” (Pozo y Gómez Crespo, 1998:268).

Sigue siendo un modelo muy empleado en el aula y algunos de sus supuestos más relevantes son explícita o implícitamente asumidos por numerosos profesores de ciencias, que en su día aprendieron la materia siguiendo este modelo. El único criterio para determinar la relevancia de los contenidos y el modo de organizarlos en el currículo es el conocimiento disciplinar, entendido como el cuerpo de conocimientos aceptado por una comunidad científica. Las clases magistrales son el procedimiento por excelencia de transmisión de los conocimientos, que comprende las exposiciones del profesor ante una audiencia más o menos interesada, que intenta tomar nota de lo que ese profesor dice y se acompañan con algunos ejercicios y demostraciones que sirven para ilustrar o apoyar las explicaciones. Toda la dinámica de la sesión didáctica está dirigida y controlada por el profesor. Para la evaluación de este método, se ha de determinar mediante la evaluación a los alumnos, quienes y cuantos superan el nivel mínimo exigido, que tiene que ver con el grado en que son capaces de replicar el conocimiento científico establecido, tal como lo recibieron.

Este modelo no asegura un uso dinámico y flexible de los conocimientos fuera del aula, plantea numerosos problemas y dificultades dentro de las aulas, con mucha frecuencia se produce un divorcio muy acusado entre las metas y motivos del profesor y de los alumnos, con lo que éstos se sienten desconectados y desinteresados, al tiempo

que el profesor siente cada vez mayor frustración, al percibir el escaso interés de los alumnos por la materia que explica.

#### 4.3.2.-El modelo del descubrimiento.

Su aparición se relaciona con el fracaso de la enseñanza según los sistemas tradicionales. Las críticas a la enseñanza verbal comienzan en el siglo XVII, y, a mediados del siglo XIX se avanza las propuestas de poner a los estudiantes en contacto con el mundo que los rodea. En este apartado nos referiremos al proceso de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias por descubrimiento, vinculada a los movimientos educativos de los años 60 en los países anglosajones, que a España llegaron a finales de los 70, o principios de los 80. Como ejemplo de este modelo y representativo de esta orientación, se podría citar el libro de George, Dietz y Abraham de 1974.

**Cuadro 5: Modelo por descubrimiento**

Fundamentos psicológicos y epistemológicos	<p>La mejor manera de que una persona aprenda es que lo invente o que lo descubra por sí mismo.</p> <p>Tiene en cuenta la psicología.</p> <p>Busca el desarrollo del pensamiento formal.</p> <p>Tiene importancia el razonamiento inductivo a partir de observaciones llegar a leyes y conceptos.</p>
Principios	<p>Los estudiantes deben descubrir por sí mismos los conocimientos.</p> <p>Aprender será dominar el método científico y a partir de éste llegar a descubrir los conocimientos.</p> <p>Enseñar es enseñar las destrezas de investigación.</p>
Modelo en acción	<p>En el currículo pierde importancia los contenidos a favor de los procesos y destrezas del método científico.</p> <p>Las destrezas son cognitivas y uno de los objetivos es la adquisición del pensamiento formal.</p> <p>El eje es la realización de actividades experimentales, deben relacionarse las destrezas científicas.</p> <p>Una buena clase es aquella en la se realizan actividades.</p>

Sistema social	<p>El profesor debe coordinar actividades experimentales.</p> <p>Activa participación de los estudiantes e interacción entre los estudiantes.</p> <p>Se evalúa la capacidad de utilizar los conocimientos en situaciones nuevas.</p> <p>Se emplean libros, guiones de trabajo, prácticas de laboratorio...</p>
Crítica	<p>Los procesos de la ciencia son inseparables de los contenidos, y el desarrollo de las destrezas intelectuales se produce sobre campos conceptuales concretos.</p> <p>Una enseñanza basada en este modelo favorece una imagen inductivista del trabajo científico.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Jiménez Aleixandre (2000)

“La mejor manera de que los alumnos aprendan ciencia es haciendo ciencia, y que su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos. Este enfoque se basa en el supuesto de que la metodología didáctica más potente es de hecho la propia metodología de la investigación científica” (Pozo y Gómez Crespo, 1998: 273). Todavía más explícito se manifiesta Piaget: “cada vez que se le enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir sólo, se le impide a ese niño inventarlo y en consecuencia entenderlo completamente” (Piaget, 1970:28-29).

En este modelo se parte de que los alumnos tienen similares capacidades intelectuales a las de los científicos. Todo lo que hay que hacer, que no es poco, es lograr que los alumnos vivan y actúen como pequeños científicos. Ese descubrimiento no tiene por qué ser necesariamente autónomo, sino que puede y debe ser guiado por el profesor a través de la planificación de las experiencias y actividades didácticas.

Se plantea que los conocimientos disciplinares no constituyen saberes estáticos, ya acabados, sino problemas a los que enfrentarse en busca de una solución. El currículo se organiza en torno a preguntas más que en torno a respuestas. Se tratará de replicar ciertos experimentos cruciales y de situar al alumno en el papel del científico. En consecuencia, el alumno no entiende la ciencia como un conjunto de teorías para interpretar el mundo como un método, una forma de acercarse al mundo e indagar sobre él, de mo-



do que, desde el punto de vista de los contenidos del currículo, se asume que la ciencia es ante todo un proceso.

Dado que el método científico es el método de enseñanza, las actividades didácticas deben asemejarse a las propias de la investigación. El profesor debe conseguir escenarios para llegar al descubrimiento a partir de actividades más o menos guiadas. El profesor ha de suscitar preguntas o conflictos, pero deben ser los alumnos los que los resuelvan. Su función no es dar respuestas sino plantear preguntas. Como consecuencia la evaluación no sólo se realizará sobre los contenidos conceptuales adquiridos sino también sobre los procedimientos y las actitudes desplegadas por los alumnos.

Este modelo no diferencia entre los procesos de la investigación científica, los procedimientos de aprendizaje y los métodos de enseñanza, que son esencialmente diferentes. La investigación, para no convertirse en un juego de obviedades, supone un exhaustivo conocimiento sobre el asunto de que se trate. El profesor de la Enseñanza Secundaria Obligatoria puede ser un profesional competente y sin embargo no poseer preparación y práctica investigadora. Además la forma de razonar que emplea no es la habitual a la hora de resolver los problemas de la vida cotidiana. En otro orden de cosas, no queda claro el papel del profesor, se puede caer en el mero planteamiento de actividades.

#### **4.3.3.-El modelo expositivo**

Para Ausubel, el aprendizaje de la ciencia consiste en “*transformar el significado lógico en significado psicológico*” (Ausubel, 1973:214), hay que lograr que los alumnos asuman como propios los significados científicos. Para fomentar la comprensión, no hay que recurrir tanto al descubrimiento como a mejorar la eficacia de las exposiciones. Para conseguir este propósito se tendrá en cuenta la lógica de los contenidos y la lógica de los alumnos. La meta esencial de la educación científica desde esta posición es transmitir a los alumnos la estructura conceptual de las disciplinas científicas, que es lo que constituye el significado lógico de las mismas. De esta manera el resto queda relegado a un segundo plano. Lo importante es que los alumnos acaben por compartir los significados de la ciencia. El énfasis en la adquisición de conocimientos externos se complementa con la asunción de que los alumnos poseen una lógica propia.

Si la meta de la educación científica es trasladar a los alumnos esos cuerpos organizados de conocimiento que constituyen las disciplinas científicas, el criterio básico

para organizar y secuenciar los contenidos del currículo de ciencias será la propia estructura conceptual de esas disciplinas. Tanto el conocimiento disciplinar como su aprendizaje están estructurados de acuerdo a un principio de diferenciación progresiva que debe ser el que rijan la organización del currículo. Esta modalidad organizativa debería ir de lo general a lo específico, por etapas de diferenciación conceptual progresiva. Se partiría de las nociones más generales para proceder luego a su diferenciación.

Para que una explicación o exposición oral o escrita resulte eficaz, es preciso establecer de modo explícito las relaciones existentes entre la nueva información que se presenta y ciertos conocimientos que ya estén presentes en la estructura conceptual del alumno. La comprensión implica una asimilación de la nueva información a ciertas ideas inclusoras presentes en la mente del alumno.

**Cuadro 6: Fases de la enseñanza expositiva**

<b>Fase primera: presentación del organizador.</b>	Aclarar los objetivos de la lección. Aislar las propiedades definitorias. Dar ejemplos. Aportar un contexto Repetir Incitar el conocimiento y experiencia del sujeto.
<b>Fase segunda: presentación del material de trabajo</b>	Explicitar la organización. Ordenar lógicamente el aprendizaje. Mantener la atención. Presentar el material.
<b>Fase tercera: potenciar la organización cognoscitiva</b>	Utilizar los principios de reconciliación integradora. Promover un aprendizaje de recepción activa. Suscitar un enfoque crítico. Explicar.

Fuente: Elaboración propia a partir de Joyce y Weil (1978)

La evaluación se referirá a las tareas que manifiesten la estructura conceptual adoptada por el alumno, su capacidad de relacionar unos conceptos con otros, haciendo especial hincapié en la diferenciación entre conceptos conexos. Se deben evaluar las relaciones conceptuales establecidas por los alumnos, evitando la confusión con aprendizajes meramente repetitivos. Existen diferentes técnicas para evaluar las representaciones de los alumnos. Destaca, entre otras, la propuesta de Novak y Gowin (1984) basada en entrenar a los alumnos en la elaboración de mapas conceptuales, que permiten explicitar las relaciones conceptuales establecidas por los alumnos dentro de un determinado campo semántico.

El modelo de enseñanza expositiva se asemeja bastante a lo que muchos profesores expertos intentan llevar a cabo en sus aulas: establecer conexiones explícitas entre distintas partes del currículo, ayudar al alumno a activar los conocimientos pertinentes en cada caso, tener en cuenta el punto de vista del alumno y conectar con él los nuevos aprendizajes, etc. Se trata de una concepción próxima a la que mantienen muchos profesores de ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria: transmitir conjuntos de conocimiento de una manera inteligible, basados en una fuerte organización disciplinar y apoyados sobre todo en una enseñanza expositiva que sin embargo atienda también, como punto de partida, algunos rasgos del aprendizaje de los alumnos para llevarles finalmente al único saber posible: la estructura lógica de la disciplina. Aunque la enseñanza expositiva puede ser útil para lograr que los alumnos comprendan algunas nociones científicas, cuando disponen de conocimientos previos a las que asimilarlas, su eficacia es más dudosa cuando se trata de cambiar de modo radical esos conocimientos previos. En otros términos, se trata de un modelo eficaz para lograr un ajuste progresivo de las concepciones de los alumnos al conocimiento científico, pero parece insuficiente para lograr la reestructuración de esas concepciones de los alumnos. Sólo cuando existan puentes cognitivos entre el conocimiento cotidiano y el científico podrá lograrse el aprendizaje significativo.

#### **4.3.4.-La enseñanza mediante el conflicto cognitivo**

Este modelo parte de las concepciones alternativas de los alumnos para, confrontándolas con situaciones conflictivas, lograr un cambio conceptual, entendido como su sustitución por otras teorías más potentes, es decir más próximas al conocimiento científico. Es el alumno el que elabora y construye su propio conocimiento y quien debe tomar conciencia de sus limitaciones y resolverlas. La meta fundamental de la educación

científica será cambiar esas concepciones intuitivas de los alumnos y sustituirlas por el conocimiento científico. Este enfoque adopta una posición claramente constructivista ante la naturaleza del conocimiento y su adquisición. Las teorías implícitas de los alumnos deben ser sustituidas por el conocimiento científico.

Los defensores de este enfoque no suelen ser demasiado explícitos en cuanto a los contenidos del currículo y su organización. Los núcleos conceptuales de la ciencia constituyen el eje del currículo. Los contenidos procedimentales y actitudinales apenas desempeñan papel alguno en la organización del currículo. La meta del currículo debe ser que los alumnos dominen y comprendan los sistemas conceptuales en los que se basa el conocimiento científico, si bien en este caso se asume que, para lograrlo, es preciso producir una verdadera revolución conceptual en la mente de los alumnos. La idea básica de estos modelos se apoya en el cambio conceptual o sustitución de los conocimientos, que se producirá como consecuencia de someter los conocimientos previos del alumno a un conflicto empírico o teórico que obligue a abandonarlos en beneficio de una teoría explicativa más universal. No se espera que la simple presentación de la situación conflictiva dé lugar a un cambio conceptual, sino que se requerirá, como sucede en la historia de las ciencias, una acumulación de conflictos que provoquen cambios cada vez más radicales en la estructura de conocimientos de los alumnos. Posner et al. (1982) manifiesta que la situación didáctica debe reunir algunas condiciones: 1ª) El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones. 2ª) Debe haber una concepción que resulte inteligible para el alumno. 3ª) Esa concepción debe resultar además creíble para el alumno. 4ª) La nueva concepción debe parecer al alumno más potente que sus propias ideas.

Estos modelos comparten una secuencia de instrucción común, que podíamos resumir, de modo muy esquemático, en tres fases principales (Jiménez, 2000):

- 1ª) Se utilizan tareas que, mediante inferencias predictivas o solución de problemas, activen los conocimientos o la teoría previa de los alumnos.
- 2ª) Se enfrenta a los conocimientos así activados a las situaciones conflictivas, mediante la presentación de datos o la realización de experiencias. En esta fase se trata de que el alumno tome conciencia no sólo de su concepción alternativa sino de los límites de esa concepción y de sus diferencias con el conocimiento científicamente aceptado.

3ª) En la última fase se tratará de consolidar los conocimientos adquiridos y comprender su mayor poder explicativo con respecto a la teoría anterior. El alumno abandonará su concepción previa en la medida en que perciba que dispone de una teoría mejor. Para ello deberá generalizar o aplicar los conocimientos científicos a nuevas situaciones y tareas comprobando su eficacia

Sobre este esquema existen diferentes estrategias didácticas basadas en el conflicto cognitivo, que difieren en algunos aspectos. En su mayor parte estos modelos han insistido en la necesidad de provocar conflictos empíricos, es decir, entre una concepción y un hecho. Otros autores, en cambio, destacan más la importancia de los conflictos conceptuales, entre dos teorías o modelos. En síntesis, se trata de que los alumnos compartan, hagan suyas, las teorías científicas y abandonen sus concepciones alternativas. Éstas deben ser el punto de partida de la enseñanza pero no su meta. El alumno habrá aprendido ciencia en la medida en que aplique las teorías científicas a nuevos contextos y situaciones.

Se cambia la forma de enseñar –ahora hay que activar las concepciones alternativas de los alumnos- pero no la forma de evaluar ni las metas del currículo. Se activan las concepciones de los alumnos pero para erradicarlas, para que desaparezcan y sean sustituidas por el conocimiento verdadero y aceptado: el saber científico positivo. Los alumnos también se empapan de este espíritu y aprenden a suprimir, o esconder, sus ideas erróneas cuando están en contextos escolares, pero estas ideas reflorecen de inmediato en cuanto la tarea se presenta en un contexto menos académico. Algunos problemas de este enfoque educativo, basado en el cambio conceptual, pueden derivarse de la concepción del cambio como sustitución. Otra parte de los problemas puede deberse a la misma noción conceptual del cambio. Algunos autores critican los modelos de conflicto cognitivo por la concepción reduccionista del cambio que le es propia.

#### **4.3.5.-La enseñanza-aprendizaje mediante investigación dirigida**

*Objetivos.* Estos modelos de enseñanza asumen que, para lograr cambios profundos en la mente de los alumnos, no sólo conceptuales sino también metodológicos y actitudinales, es preciso situarles en un contexto de actividad similar al que vive un científico, pero bajo la atenta dirección del profesor que, al igual que sucedía en el enfoque de enseñanza por descubrimiento, actuará como director de investigación. Esta metodología recupera muchos supuestos de la enseñanza por descubrimiento. La inves-

tigación del alumno ha de comprender el laborioso proceso de construcción social de teorías y modelos, la habilidad para usar específicos recursos metodológicos, en orden a lograr un despliegue de actitudes nuevas y diferentes de las que cotidianamente muestran los alumnos. Por consiguiente, la meta de la investigación dirigida se logra, en cuanto el modelo promueve en los alumnos cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Este método se basa en la *generalización y resolución de problemas* teóricos y prácticos, la propia enseñanza de la ciencia deberá organizarse en torno a la resolución de problemas. El eje sobre el que se articula el currículo de ciencias es la resolución de problemas generados desde el análisis del conocimiento disciplinar. La selección de contenidos, aunque tenga en cuenta las características de los alumnos y el contexto social del currículo, se apoya en los contenidos conceptuales de la ciencia. El desarrollo de esa secuencia de contenidos se apoyará en el planteamiento y resolución conjunta de problemas por parte del profesor y de los alumnos. Estos problemas deben referirse a situaciones abiertas, que exijan la búsqueda de nuevas respuestas por parte de los alumnos bajo la supervisión del profesor, y se corresponderán con la realización de pequeñas investigaciones. Se puede concretar este modelo en los siguientes pasos:

1. Despertar el interés de los alumnos por el problema a abordar.
2. Realizar un estudio cualitativo de la situación definiendo de forma precisa el problema.
3. Emitir hipótesis sobre los factores que pueden estar determinando el resultado.
4. Elaborar estrategias de solución del problema.
5. Poner en marcha las estrategias seleccionadas.
6. Analizar los resultados obtenidos a la luz de las hipótesis previamente explicitadas.
7. Reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución realizada, redefiniendo el problema.
8. Elaborar una memoria final.

La *evaluación*, en este caso, ha de ser un instrumento más al servicio del aprendizaje y no tanto un criterio de selección. Se basará en el trabajo diario de los alumnos, en su investigación, aunque pueda completarse con otro tipo de tareas más puntuales. Es

importante que las actividades de evaluación retroalimenten al alumno, le proporcionen información acerca de las causas del éxito o fracaso.

En cuanto a los *problemas de este modelo*, cabe destacar el alto nivel de exigencia al profesorado. Enseñar la ciencia como un proceso de investigación dirigida requiere una determinada concepción de la ciencia y de su enseñanza. Requiere un cambio radical en la forma de concebir el currículo de ciencias y sus metas. Exige del profesor un cambio conceptual, procedimental y actitudinal paralelo al que debe intentar promover en sus alumnos. Además hay que añadir otra dificultad, aunque se aleje de los supuestos inductivistas en que se basaba la enseñanza por descubrimiento, la asunción del isomorfismo entre investigación y aprendizaje de la ciencia no deja de plantear dificultades conceptuales y prácticas. Es dudoso que los propios procesos constructivos en el aprendizaje de los contenidos científicos deban ser similares a los que usan los científicos para elaborar o construir esos mismos contenidos. Parece dudoso que los alumnos se hagan cargo del contexto social en el que se dan esos descubrimientos y las razones que motivaron al científico a investigar por esa línea. Se ha de tener en cuenta, además, que la enseñanza debe ir más rápido y ha de obtener resultados más generalizados que los propios de la investigación científica.

#### **4.3.6.-La enseñanza por explicación y contrastación de modelos**

Para este modelo, la educación científica constituye un escenario de adquisición de conocimientos que es diferente del propio de la investigación y se dirige a metas diferentes, exigiendo, por consiguiente, actividades de enseñanza y evaluación distintas. El profesor ha de exponer a sus alumnos diversos modelos alternativos que ellos deben contrastar con el fin de comprender las diferencias conceptuales existentes entre ellos. De esta forma, serán capaces de relacionarlos e integrarlos metacognitivamente. El alumno no tiene por qué seguir los pasos que siguieron los científicos, ni llegar al conocimiento por la misma vía en que en su día se elaboró, sino que debe reconstruir e integrar los valores, los métodos y los sistemas conceptuales producidos por la ciencia con la ayuda pedagógica de su profesor que, mediante sus explicaciones, hará comprensibles y contrastables esos conocimientos.

El alumno conocerá la existencia de diversos modelos alternativos en la interpretación y comprensión de la naturaleza, lo que le ayudará no sólo a comprender mejor los fenómenos estudiados sino sobre todo la naturaleza del conocimiento científico elabora-

do para interpretarlos. La educación científica permitirá al alumno construir sus propios modelos, pero también a reinterpretarlos y redescribirlos a partir de los elaborados por otros, ya sean sus propios compañeros o científicos eminentes. El núcleo de este enfoque son los modelos. El alumno debe profundizar en los modelos, que ha de integrar cada vez con más información y conocer otros modelos y perspectivas. Se trata de que el alumno perciba e intérprete las diferencias y semejanzas entre diferentes modelos.

Las propuestas basadas en la enseñanza mediante modelos son heterogéneas. Alcanzan una gama de formas diferentes: 1) el entrenamiento directo en los modelos y estructuras conceptuales para su aplicación posterior a los contenidos específicos; 2) el enriquecimiento de los modelos elaborados por los propios alumnos a partir de las discusiones con sus compañeros o de las explicaciones del profesor; 3) la presentación y contrastación de los modelos en el contexto de la solución de problemas o 4) la explicación de esos modelos por parte del profesor y su discusión con los alumnos.

El profesor, en el proceso de guiar las indagaciones del alumno, expondrá también las alternativas, generará contraargumentos, promoviendo la manifestación de los conocimientos y su redescipción en lenguajes o códigos más elaborados. En la evaluación no se trata tanto de exigir del alumno la aproximación a un modelo correcto, cuanto de promover la reflexión, el metaconocimiento conceptual y el contraste de modelos. Se trataría de utilizar tareas y criterios de evaluación que fomenten en los alumnos la capacidad de explicitar, redescibir y argumentar sobre sus modelos y los de los demás.

Uno de los problemas del modelo es que induce al alumnado a un cierto relativismo. Si todos los modelos valen, ¿para qué estudiarlos?. Para evitar este relativismo es necesario enseñar a los alumnos a explicar unas teorías por otras. De esta manera comprenderán cómo los modelos más complejos pueden integrar a los más simples y no a la inversa. Otro problema que suscita este enfoque es la posible generalidad o transferencia relativa de los modelos aprendidos a nuevos dominios o conceptos. Esta posible generalización de estructuras conceptuales a nuevos dominios es limitada e insuficiente si no se acompaña de conocimiento conceptual en ese dominio. Otra dificultad es que parece restringir la instrucción científica al ámbito del conocimiento conceptual, relegando a un segundo plano los contenidos procedimentales y actitudinales.



#### 4.3.7.-El modelo constructivista de la enseñanza - aprendizaje.

La perspectiva constructivista suscitó durante la década de los 80 un relativo consenso. No todos están de acuerdo en que les corresponda un modelo determinado de enseñanza. Se pueden llegar a una serie de características comunes.

**Cuadro 7: Modelo constructivista**

Fundamentos psicológicos y epistemológicos	<p>Los estudiantes mantienen sus interpretaciones de los fenómenos naturales a pesar de la instrucción.</p> <p>Las concepciones de los estudiantes orientan sus experimentos y condicionan sus interpretaciones, influyendo en el aprendizaje.</p> <p>Consideran el aprendizaje como un cambio en las estructuras de conocimiento.</p> <p>Se basa en la concepción de la ciencia como proceso de interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos que pueden ser sustituidos por otros.</p> <p>Los constructos personales son formas de representación.</p>
Principios	<p>Aprender es reconstruir los conocimientos, partiendo de las propias ideas de cada persona, y cambiándolas según el caso.</p> <p>Aprendizaje no es una reproducción del contenido a aprender, sino que implica un proceso de construcción.</p> <p>Enseñar ciencias es mediar en este proceso, tanto en la planificación y organización como en la dirección del trabajo.</p>
Modelo en acción	<p>Las ideas de los estudiantes son el punto de partida para emplearlas o cambiarlas.</p> <p>El currículum se contempla como un conjunto de actividades, de situaciones de aprendizaje.</p> <p>Existen fases de exploración de ideas, reestructuración de conocimientos, introducción de ideas nuevas y aplicación a nuevos contextos.</p> <p>Los estudiantes se implican en actividades mentales y cognitivas. Cobra especial importancia la resolución de problemas. El eje es la realización de actividades experimentales, se relaciona con las destrezas científicas.</p>

Sistema social	<p>La responsabilidad del proceso de aprendizaje es del estudiante. Él debe construir sus significados.</p> <p>El profesor es el investigador en el aula, que estudia los problemas de aprendizaje y busca una solución.</p> <p>El docente debe estar dispuesto a modificar las actividades previstas.</p> <p>Los estudiantes deben tener una participación activa, debe de haber interacción también entre estudiantes.</p> <p>Se emplean libros, guiones de trabajo, prácticas de laboratorio...</p>
Crítica	<p>Ofrece una solución para enmarcar el trabajo pero no una lista de procesos que seguir.</p> <p>Es difícil criticar un modelo en emergencia.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Jiménez Aleixandre (2000).

A continuación se presenta un cuadro de comparación de modelos didácticos, atendiendo a las siguientes variables: fundamentos psicológicos y epistemológicos, los principios, la acción del modelo, sistema social y posibilidades de crítica.

**Cuadro 8: Comparación entre modelos didácticos**

	Modelo de transmisión recepción	Modelo por descubrimiento	Modelo constructivista
<b>Fundamentos psicológicos y epistemológicos</b>	<p>El estudiante es una página en blanco en la que se inscriben los conocimientos.</p> <p>Las teorías son presentadas sin relación con el problema que estuvo en su origen. La ciencia como un cuerpo cerrado.</p>	<p>La mejor manera de que una persona aprenda es que lo invente o que lo descubra por sí mismo.</p> <p>Tiene en cuenta la psicología.</p>	<p>Los estudiantes mantienen sus interpretaciones de los fenómenos naturales a pesar de la instrucción.</p> <p>Las concepciones de los estudiantes orientan sus experimentos y condicionan sus interpretaciones, influyendo en el aprendizaje. Se basa en la concepción de la ciencia como proceso de interpretación de la realidad mediante la construc-</p>

	Opera el principio de autoridad encarnado en el libro de texto y en el docente.	Busca el desarrollo del pensamiento formal. Tiene importancia el razonamiento inductivo a partir de observaciones llegar a leyes y conceptos.	<p>ción de modelos que pueden ser sustituidos por otros.</p> <p>Consideran el aprendizaje como un cambio en las estructuras de conocimiento.</p> <p>Los constructos personales son formas de representación.</p>
<b>Principios</b>	<p>Aprender ciencia es asimilar conocimientos científicos.</p> <p>No es necesario el contacto de la persona con la realidad.</p> <p>Enseñar ciencia es exponer los conocimientos científicos de forma clara y ordenada.</p>	<p>Los estudiantes deben descubrir por sí mismos los conocimientos.</p> <p>Aprender será dominar el método científico y a partir de éste llegar a descubrir los conocimientos.</p> <p>Enseñar es enseñar las destrezas de investigación.</p>	<p>Aprender es reconstruir los conocimientos, partiendo de las propias ideas de cada persona, y cambiándolas según el caso.</p> <p>Aprendizaje no es una reproducción del contenido a aprender, sino que implica un proceso de construcción.</p> <p>Enseñar ciencias es mediar en este proceso, tanto en la planificación y organización como en la dirección del trabajo.</p>
<b>Modelo en acción</b>	<p>El currículum consiste en un listado de contenidos conceptuales para preparar para el siguiente nivel educativo.</p> <p>El eje de la enseñanza es la lección magistral.</p> <p>La prueba de la adquisición de los contenidos es la memorización.</p> <p>La evaluación se centra en listas de conceptos.</p> <p>Las prácticas sólo servirán como ilustración de la teoría.</p>	<p>El profesor debe coordinar actividades experimentales.</p> <p>Activa participación de los estudiantes e interacción entre los estudiantes.</p> <p>Se evalúa la capacidad de utilizar los conocimientos en situaciones nuevas.</p> <p>Se emplean libros, guiones de trabajo, prácticas de laboratorio...</p>	<p>Las ideas de los estudiantes son el punto de partida para emplearlas o cambiarlas.</p> <p>El currículum se contempla como un conjunto de actividades, de situaciones de aprendizaje.</p> <p>Existen fases de exploración de ideas, reestructuración de conocimientos, introducción de ideas nuevas y aplicación a nuevos contextos.</p> <p>Los estudiantes se implican en actividades mentales y cognitivas. Cobra especial importancia la resolución de problemas. El eje es la realización de actividades experimentales, deben relacionarse las destrezas científicas.</p>
<b>Sistema social</b>	<p>El docente es transmisor de conocimientos.</p> <p>Los estudiantes participan para</p>	<p>El profesor debe coordinar actividades experimentales.</p> <p>Activa participación de los estudiantes e interacción</p>	<p>La responsabilidad del proceso de aprendizaje es del estudiante. Él debe construir sus significados.</p> <p>El profesor es el investigador en</p>

	<p>responder cuando se les solicita o para seguir instrucciones.</p> <p>Las interacciones son profesor-estudiante y estudiante-profesor.</p> <p>Evaluación equivalente a examen sobre el aprendizaje de hechos y conceptos.</p>	<p>ción entre los estudiantes.</p> <p>Se evalúa la capacidad de utilizar los conocimientos en situaciones nuevas.</p> <p>Se emplean libros, guiones de trabajo, prácticas de laboratorio...</p>	<p>el aula, que estudia los problemas de aprendizaje y busca una solución.</p> <p>El docente debe estar dispuesto a modificar las actividades previstas.</p> <p>Los estudiantes deben tener una participación activa, debe de haber interacción también entre estudiantes.</p> <p>Se emplean libros, guiones de trabajo, prácticas de laboratorio...</p>
<b>Crítica</b>	<p>La mera exposición no asegura su comprensión.</p> <p>Cada persona debe rehacer los conceptos e ideas para que sea significativo su aprendizaje.</p> <p>Para enseñar no basta con saber la asignatura, se debe atender a los intereses de los alumnos y a los objetivos referidos a actitudes.</p>	<p>Los procesos de la ciencia son inseparables de los contenidos, y el desarrollo de las destrezas intelectuales se produce sobre campos conceptuales concretos.</p> <p>Una enseñanza basada en este modelo favorece una imagen inductivista del trabajo científico.</p>	<p>Ofrece una solución para enmarcar el trabajo pero no una lista de procesos que seguir.</p> <p>Es difícil criticar un modelo en emergencia.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Jiménez Aleixandre (2000).

En el cuadro que sigue se presentan las características de los diferentes modelos didácticos atendiendo a los supuestos, criterios de secuencia, actividades didácticas, papel del profesor y de los alumnos.

**Cuadro 9: Características de los modelos didácticos**

Enfoque	Supuestos	Criterios de secuencia	Actividades didácticas	Papel del profesor	Papel del alumno
Tradicional	Compatible Realismo interpretativo	Es un conjunto	Transmisión verbal	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los reproduce
Descubrimiento	Igual que tradicional	Metodología científica	Investigación y descubrimiento	Dirige la investigación	Investiga y busca sus propias respuestas
Expositiva	Compatible Constructivista	Es sistema conceptual	Enseñanza por exposición	Proporciona conocimientos verbales	Recibe y asimila conocimientos
Conflicto cognitivo	Incompatible Constructivista	Los conocimientos previos y la disciplina	Activación y cambio de conocimientos previos	Plantea conflictos y guía su solución	Activa sus conocimientos y construye otros
Investigación	Igual que conflicto cognitivo	Solución de problemas	Por resolución guiada de problemas	Plantea los problemas y dirige la solución	Construye conocimiento por la investigación
Modelos	Independencia jerárquica Constructivista	Acceder a las estructuras conceptuales y modelos	Enseñanza por explicación y contrastación de modelos	Proporciona conocimientos, explica la contrastación de modelos	Diferencia e integra los tipos de conocimientos y modelos

Fuente: Elaboración propia a partir de Pozo y Gómez Crespo (1998)

*4.3.7.1.- Los cambios en la perspectiva del modelo constructivista.* En las décadas de los años 80 y 90 se produce un cambio conceptual en el modelo constructivista que, según Pozo y Gómez Crespo (1998), lo sitúa en una posición intermedia entre la instrucción directa y el descubrimiento. Comparte con el constructivismo clásico el considerar las ideas alternativas del alumnado como punto de partida de la instrucción. Este modelo supone que las ideas previas pueden ser sustituidas por las ideas nuevas. Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) lo relacionaban con la asimilación y la acomodación de Piaget. Son los estudiantes los que deben decidir si las ideas alternativas ya no son satisfactorias, o si las nuevas explican mejor determinadas situaciones. El alumno debe experimentar el conflicto cognitivo si el cambio no se ha producido.

En el aprendizaje de las ciencias solía darse prioridad al objetivo de comprensión y uso de conceptos y modelos. Se identificaba “saber ciencias” con dominio conceptual. En la actualidad, la perspectiva es más amplia, incluye el manejo de conceptos y modelos para practicar de algún modo el trabajo científico, realizar indagaciones o experimentar una inmersión en lo que se ha denominado la cultura científica. Se va buscando no sólo saber ciencia sino hacer ciencia. Desde esta perspectiva toma gran importancia la resolución de problemas, no de aplicación de un algoritmo, sino de formular actividades problemáticas que puedan constituir el hilo conductor de las secuencias de instrucción.

El trabajo anterior que se realizaba en las clases era similar en todas las clases. Sin embargo hoy día la gran diferencia consiste en la forma de abordar el problema, es una forma más global, cuando se diseñan unidades que pretenden una inmersión en el trabajo científico, el principal objetivo es crear situaciones en las que los estudiantes resuelvan problemas “auténticos” no estereotipados. Cuando se plantea la instrucción a partir de la resolución de problemas se suele emplear el término “indagación”. La práctica del trabajo científico en el aula puede realizarse resolviendo problemas que, sin ser nuevos en sentido absoluto, sí lo sean para el alumnado, en el sentido de que su solución no sea conocida o previsible a priori. Se entiende por problemas auténticos los que implican una situación compleja y contextualizada en la vida real.

Como ya mencionamos en el segundo capítulo, algunos autores como Joyce y Weil (1978) y Jiménez (2000) entre otros, consideran que la profesión de enseñar se relaciona con un dominio creciente de una variedad de modelos, ya que todos los docentes se enfrentan a una amplia gama de problemas. Esto no significa que todo vale, sino

que los diferentes objetivos de la enseñanza de las ciencias requieren un amplio repertorio de estrategias para su consecución, y, como indican Aliberas et al (1989) cada modelo tiene un ámbito de aplicación en el que resulta de mayor eficacia.

*4.3.7.2.- Las nuevas perspectivas desde la década de los 90.* Sobresalen dos corrientes desde finales de los 90: la transposición didáctica y la explicación en el marco de la comunicación de Ogborn et al (1996). La primera consiste en la reelaboración del conocimiento científico de forma que sea accesible para el alumnado. El término ha sido acuñado por Chevallard (1985) y en España puesto en práctica por Sanmartí e Izquierdo (1997) quienes señalan que, para poder ser utilizados en el aula, los conceptos y modelos teóricos de la ciencia deben ser reconstruidos. Aparece entonces la diferencia entre ciencia escolar y ciencia de la comunidad científica, sin embargo no se debe entender la primera como simplificación de la segunda, sino como reconstrucción que cumple los requisitos necesarios de cada teoría o modelo. A partir de esto el alumnado debe poder dar explicación de los fenómenos naturales.

En la segunda perspectiva, las explicaciones en el marco de la comunicación, el problema central del trabajo según Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy (1996) consiste en prestar atención a los aspectos del lenguaje y la comunicación en las clases de ciencias. Resaltan que la explicación es una parte importante de la enseñanza. Conciben el papel del profesorado como una actuación en otras mentes para que puedan actuar por sí mismas. El docente debe explicar cosas desde muy distintos ámbitos, desde experimentos hasta conceptos y aquellas cosas que parecen no precisar explicación por parecer evidentes. Por esto se puede decir que “la adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, y que ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto laborioso de un largo proceso de instrucción. En otras palabras, parece que la adquisición del conocimiento científico, lejos de ser un producto espontáneo y natural de nuestra interacción con el mundo de los objetos, es una laboriosa construcción social, o mejor aún re-construcción, que sólo podrá alcanzarse mediante una enseñanza eficaz que sepa afrontar las dificultades que ese aprendizaje plantea”(Pozo y Gómez Crespo, 1998:265).

Partiendo del concepto vygotskiano de zona de desarrollo próximo, asumimos que la labor de la educación científica es lograr que los alumnos construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en con-

textos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieren a nuevos contextos y situaciones.

#### **4.4.- Organización de actividades, unidades didácticas y trabajo de laboratorio.**

En la actualidad existen otros recursos como las TIC de las que ya hablamos en el primer capítulo, que han adquirido una progresiva importancia en los últimos años, tanto por las posibilidades que presentan, por el extraordinario desarrollo que han adquirido las nuevas tecnologías, por el moderado coste con que se ofrecen cuanto por la enorme difusión que han experimentado expandiéndose con gran celeridad por todos los pueblos del planeta. Sin embargo, en muchas clases de nuestro sistema educativo todavía muchos profesores siguen impartiendo su clase como si las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) no hubieran hecho acto de presencia. En parte la situación se debe no tanto al impulso de la rutina cuanto a que la mayor parte de estos profesores han recibido la enseñanza – aprendizaje de las ciencias hace veinte o treinta años cuando no existían estos medios y ellos, en gran parte, hicieron un aprendizaje provechoso. En segundo término, avanzado ya el ciclo de su vida profesional no comprenden la necesidad del uso de determinadas tecnologías además de que su uso les supondría un esfuerzo ímprobo aplicarlas o porque no se percibe con tanta claridad su impacto en la mejora del aprendizaje. Existen también profesores que sólo emplean los recursos tradicionales debido a que es el modo en el que se lo explicaron a ellos y están convencidos de que no son necesarios.

Cada profesor, como se puede inferir de lo que acabo de mencionar, tiene su dinámica y sus recursos. Para poder estudiar un modelo teórico sobre el aula y descubrir la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje a generar, puede tener utilidad tres aspectos. El primero es el clima en el aula, es decir, el conjunto de interacciones inespecíficas y básicas que resultan características en la dinámica del sistema, determinando un esquema integrado de relaciones comunicativas, afectivas y de poder. El segundo aspecto es el constituido por los procesos de flujo y procesamiento de la información en el curso de la enseñanza relativa a determinados aspectos del estudio. El interés se dirige, por último, al análisis de las propias secuencias de actividades que se generan por sí mismas. Estos tres aspectos están muy relacionados y no han de tratarse como si fueran factores o circunstancias independientes entre sí.



#### 4.4.1.- Actividades relevantes del sistema aula.

El sistema-aula se puede definir como un sistema abierto constituido por alumnos, profesores y otras personas, así como elementos de diferente naturaleza como son los materiales didácticos, materiales y procesos socio-naturales, conocimientos, instrumentos, etc., entre los cuales se producen procesos intencionales de interacción comunicativa, regulados y orientados hacia los fines educativos. En este marco, consideramos la educación como un conjunto de procesos didácticos e intencionales de interacción comunicativa, regulados y orientados teleológicamente. Consideramos que la actividad de la enseñanza es el menor segmento de la dinámica del sistema-aula que posee todas las propiedades estructurales y funcionales del mismo, es decir, todos sus elementos más característicos: interacción comunicativa, regulación de los procesos y sus cambios y orientación hacia unas finalidades explícitas.

*a) Segmentos significativos de las actividades.* Se pueden considerar como segmentos significativos para el análisis de la dinámica de enseñanza: 1) La actividad, como secuencia mínima de enseñanza, constituida por un conjunto de tareas. 2) La sesión de clase, como unidad temporal en el desarrollo de la enseñanza escolar. 3) La subsecuencia, como conjunto de actividades con una significación unitaria en el desarrollo de una unidad didáctica. 4) La unidad didáctica, como secuencia de enseñanza completa, en cuanto al desarrollo curricular de un objeto de estudio determinado.

*b) Organización de las actividades estratégicas para la enseñanza-aprendizaje.* Este conjunto de actividades está regido por la reflexión del profesor que funciona con un diseño de esquema sugerido por la experiencia. Estas pautas son las estrategias de la enseñanza- aprendizaje. La estrategia de la enseñanza de una unidad didáctica concreta se manifestará a través de la lectura didáctica de las secuencias que incluya la misma, identificando la naturaleza de las actividades puestas en juego e interpretando el sentido de cada una de ellas en relación con el contexto dinámico de la que forman parte.

En los tres cuadros que siguen, se presentan de forma sucinta las actividades que se pueden aplicar: En el cuadro nº 27 las actividades dirigidas a movilizar la información, a partir de una variedad de fuentes. En el cuadro siguiente, el cuadro nº 28, se exponen las actividades dirigidas a organizar los contenidos, planificar los procesos de actuación y evaluar los procesos de la enseñanza. En el cuadro nº 29 se sintetizan las actividades orientadas a la variedad de formas de expresión de los resultados.

**Cuadro 10: Actividades dirigidas a movilizar información**

Actividades dirigidas a movilizar información	
A partir fuentes de información personales.	El profesor Los alumnos Personas ajenas a la clase
A partir de fuentes de información bibliográficas	El libro de texto La biblioteca Documentos
A partir de fuentes de información audiovisuales	La televisión y el cine El ordenador Otras fuentes audiovisuales
A partir de fuentes de información del propio medio sociocultural estudiado	Objetos y procesos naturales Objetos y procesos tecnológicos
A partir de fuentes de información diversas	Otras fuentes no citadas

Fuente: elaboración propia a partir de Cañal (2000).

**Cuadro 11: Actividades dirigidas a organizar y transformar contenidos**

Actividades dirigidas a organizar y transformar contenidos	
Organizar contenidos	Ordenar y clasificar contenidos Transformar contenidos
Estructurar contenidos	Establecer relaciones entre contenidos
Planificar procesos	Elaborar planes de actuación
Evaluar procesos de enseñanza	Actividades de evaluación: tests, controles...

Fuente: elaboración propia a partir de Cañal (2000)

### Cuadro 12: Actividades dirigidas a expresar los resultados por parte de los alumnos

Actividades dirigidas a expresar los resultados por parte de los alumnos	
Expresar resultados oralmente	Exposiciones, presentaciones audiovisuales...
Expresar resultados por escrito	Informes, dossieres...
Expresar los resultados por otras vías	Por expresión corporal y teatro.
	Por expresión plástica
	Por acciones en el medio

Fuente: elaboración propia a partir de Cañal (2000)

*c) Sistematización de la unidad didáctica.* Para realizar el estudio de la dinámica de la clase, hace falta analizar los datos como son el visionado de las sesiones, el troceado de cada secuencia, el objetivo o finalidad de cada actividad y el impacto que cada actividad o secuencia de actividades ha tenido en el aprendizaje. Por tanto, ahora cabe otra pregunta acerca de la dinámica de la clase, ¿cómo se sistematiza una unidad didáctica? ¿cuáles son los criterios para que prevalezca una actividad u otra?. La respuesta es un poco ambigua, no todas las unidades didácticas en ciencias necesitarán las mismas actividades, incluso me atrevería a decir que a todos los alumnos no les sirven las mismas actividades, a algunos alumnos les servirán unas y a otros no o sí pero de forma parcial.

#### 4.4.2.- Diseño de una unidad didáctica.

Todo profesor tiene que tomar una serie de decisiones acerca del diseño de la unidad didáctica. Existen criterios para 1) la definición de fines, 2) para la selección de contenidos, 3) para organizar la secuencia de los contenidos, 4) para la selección y la secuenciación de actividades y de las actividades de evaluación y, por último, 5) para organización y gestión del aula.

*4.4.2.1.- Atendiendo a los fines,* deberemos atender al currículum y a los objetivos que define el Ministerio de Educación para las ciencias, en este caso más explícitamente nos centraremos en la física. En términos generales, las finalidades podrían ser según Sanmartí (2002) las siguientes: 1) La ciencia como cultura para conseguir una alfabetización científica. 2) La ciencia como forma de razonar, de actuar y de valorar.

En este marco entraría el método científico, la historia de cada concepto, etc., en cuanto al currículum este apartado englobaría los procedimientos y actitudes. 3) La ciencia como un conocimiento aplicado. Aquí se puede recalcar la importancia de que el profesor sea concreto y aplique los conceptos a las experiencias cotidianas del alumno. 4) También existen otras finalidades que no hemos expuesto aquí y según Cañal (2000) se pueden incluir el aprender a disfrutar haciendo ciencia y preparar a los estudiantes para estudios superiores. Estos factores influyen en el profesor para escoger unas estrategias u otras a la hora de explicar determinados conceptos.

4.4.2.2.- *Atendiendo a la selección de contenidos* no es fácil, se han justificado poco acerca de cuáles son los contenidos del currículum. Cada vez los conocimientos científicos son más abundantes e influyen más en el bienestar social, en consecuencia en la vida cotidiana. En este apartado *“existe un consenso mayoritario en que una finalidad muy importante de la enseñanza de las ciencias es la de promover una mayor comprensión de los problemas cotidianos y de la actuación de los estudiantes”*(Sanmartí, 2002:69). En otro punto incide Claxton *“para no sentirnos desamparados en un mundo “polisaturado” de ciencia, de sus creaciones y de su jerga, debemos comprender de qué va el asunto, aunque sea a un nivel rudimentario. Hoy por hoy no se puede esperar de nadie que sea capaz de arreglar su TV, su microondas personal y ni siquiera el coche “hecho a mano” por robots. Pero, si sabemos lo suficiente para hablar con los expertos y gozamos de la suficiente confianza para insistir en que expliquen qué va mal y qué es lo que intentan hacer al respecto, entonces tenemos una gran ventaja”*(Claxton, 1991:11)

a) *Como queda claro algunos de los contenidos específicos deben referirse al mundo cotidiano* en el que se desenvuelve el alumno, cuanto más cercano sea más fácil será recabar su atención y que esté motivado, además de que encuentre mayor facilidad para su aprendizaje.

b) *Dentro de los contenidos hay que diferenciar y seleccionar los conceptos, procedimientos y actitudes.* Esta división es muy criticada porque parece demasiado simple para lo que abarca el conocimiento científico y, también la división parece abstracta porque establece una separación meramente didáctica pero no práctica.

c) *Toda selección implica la transposición didáctica,* vista con anterioridad, los modelos propios escolares son transposiciones de los modelos de las diferentes teorías científicas. Es muy interesante el ejemplo porque se refiere a una de las leyes que van a

ser nucleares en este estudio, *“las leyes de Boyle nunca fueron escritas por Boyle y sí, en cambio, por alguien que se planteó como enseñar sus descubrimientos a otros. Esta persona hizo una transposición didáctica y se inventó algo nuevo, una ciencia de Boyle escolar. No debe confundirse la ciencia escolar con una simplificación de la otra ciencia, sino que se trata de la construcción de un modelo nuevo que, aunque relacionado con el científico, incluye conceptos, lenguajes, analogías e incluso experimentos distintos”* (Sanmartí, 2000:249).

4.4.2.3.- *En cuanto a los criterios para organizar y secuenciar los contenidos*, se debe seleccionar temáticas o ideas en función de las cuales organizar los contenidos y secuenciarlos. Atendiendo a los fines se pueden realizar las organizaciones de los contenidos, por ejemplo hasta hace pocos años el estudio de la Física en secundaria debía empezar forzosamente por la cinemática. Ahora se puede atender a finalidades transversales que facilitan la motivación del alumno. En cuanto a la organización se pueden enseñar diferentes estrategias como son los mapas conceptuales, esquemas y resúmenes.

4.4.2.4.- *Los criterios para la selección y secuenciación de actividades estarán en relación con los fines y con los conocimientos previos*, a la hora de empezar una unidad didáctica la información previa del alumno determinará la secuencia que siga el profesor en la clase. Esta información será conocida por el profesor de forma teórica previamente mirando el currículum del año anterior y en la práctica mediante actividades de iniciación y exploración. A partir de ahí se establecerán unas actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de formas de observar y de explicar. Después se establecerán las actividades de síntesis, de estructuración de contenidos y de elaboración de conclusiones. Finalizaremos por las actividades de aplicación, de transferencia y de generalización. Todas estas actividades se inician con una referencia a la vida cotidiana, es decir al finalizar con actividades de aplicación significa que el concepto aprendido se puede aplicar a diferentes situaciones, una es la de inicio y otras son las que compete a las actividades finales.

4.4.2.5.- *En cuanto a los criterios de evaluación* nos referiremos posteriormente. Conviene, sin embargo, adelantar que a este punto hace referencia uno de los cambios más radicales atendiendo a las nuevas teorías, aunque es verdad que dependerá del modelo didáctico empleado.

4.4.2.6.- *Finalizamos este apartado con los criterios para la organización y gestión del aula*, existen dos aspectos fundamentales: buscar favorecer la comunicación en

el aula y la atención a la diversidad del alumnado. En cuanto al primer aspecto, es importante que el alumno aprenda por medio de la comunicación con el profesor, con la comunicación entre los alumnos y por su propia reflexión. Por tanto, todas las actividades que favorezcan estas tres actitudes facilitarán el aprendizaje. Tal vez una de las opciones más destacable y de la que hemos hablado en el capítulo 3 es la del aprendizaje cooperativo. Estas comunicaciones entre alumnos y profesor favorece la verbalización de los conceptos en ocasiones un poco abstractos de la física y también su representación mental. En cuanto al segundo apartado, la atención a la diversidad tiene mucha importancia, es de todos conocido que existen alumnos que tienen gran facilidad en secundaria para asimilar los contenidos de la física y otros alumnos que tienen algunas dificultades. Para estos pueden ser herramientas de cierto interés las siguientes:

*a) La combinación de actividades individuales*, en pequeños grupos y en grandes grupos, a partir de la negociación de formas de trabajo pactadas con todo el grupo-clase.

*b) La organización del grupo-clase* sobre la base de grupos de trabajo heterogéneos y cooperativos, en los que se distribuyan funciones.

*c) La realización de actividades básicamente en grupos heterogéneos*, en las que se promueva la ayuda mutua entre sus miembros, especialmente en los momentos en los que se explora o se construyen nuevas ideas y procedimientos.

*d) La realización de algunas actividades diferenciadas*, especialmente las de aplicación, posibilitando que algunos estudiantes realicen ejercicios más complejos que otros.

*e) La diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje requiere que la programación posibilite que todos los estudiantes aprendan desde sus puntos de partida.* No se trata de que todos aprendan lo mismo, como de que cada uno progrese. Para conseguirlo no es tan importante diversificar las actividades, que puede tener importancia, como planificarlas de manera que los niveles de elaboración del conocimiento puedan ser diversos. Si la clase está organizada cooperativamente, los mismos estudiantes son capaces de ayudarse entre ellos, por lo que la responsabilidad de los aprendizajes es compartida por todo el grupo-clase.

#### 4.4.3.- Los trabajos prácticos y/o de laboratorio: tipos y dimensiones.

Un ejemplo de este tipo de actividades que atrae la atención en la actualidad y que las nuevas leyes protegen es el *empleo de trabajos prácticos*. Para muchos estudiantes ésta es la única forma de motivarlos y hacerles comprensible el conocimiento científico, aunque el tiempo dedicado a estas tareas es reducido. Una actividad práctica en el laboratorio puede tener variados enfoques y diversos objetivos, algunos de los cuales todos los alumnos deberán alcanzarlos y otros sólo serán capaces unos pocos, de esta forma se atiende también a la diversidad. En mi parecer, sin embargo, sería un error tratar de conseguir todos los objetivos con un único tipo de trabajo práctico.

Los trabajos prácticos deberán tener en cuenta los conocimientos teóricos, que tienen que estar muy claros en la mente de los alumnos. Por tanto, las relaciones entre la teoría y la práctica se debe conseguir que los alumnos respondan a las preguntas suscitadas en las prácticas u originadas por los resultados alcanzados. Un instrumento especialmente útil para ayudar a establecer estas relaciones es la V heurística planteada por Gowin (Novak y Gowin, 1984). Esta propuesta está orientada a facilitar una representación esquemática que relacione los aspectos teóricos y metodológicos que se ponen en juego al interpretar los resultados de una observación. La V se organiza a partir de una pregunta central, que es la que trata de resolverse. En el vértice inferior de la V se indican los objetos o fenómenos que se observan; a la izquierda de la V los aspectos teóricos implicados, y a la derecha los metodológicos.

*4.4.3.1.- Tipología de las actividades de laboratorio.* Las actividades de laboratorio se suelen dividir en tres modelos principales según del Carmen (1997): *a) Experiencias*, dirigidas a mostrar hechos y fenómenos científicos, a aplicar leyes y teorías, a motivar. Si establecemos una comparación, las experiencias se corresponderían con los problemas-cuestiones. *b) Ejercicios prácticos* dirigidos al conocimiento y aprendizaje de las técnicas, a la utilización del material de laboratorio e instrumentos de medida, conocimiento, comprensión y seguimiento de las instrucciones. Podríamos compararlos con los problemas-ejercicios. *c) Investigaciones* dirigidas al aprendizaje de la metodología del trabajo científico, así como lograr una aproximación del proceso de elaboración científica a los alumnos. Podríamos compararlos con los problemas de investigación.

Según Caamaño (1992) se puede introducir otros dos modelos: *d) Experimentos ilustrativos*, que consisten en un conjunto de actividades para ejemplificar principios,

comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos. e) *Experimentos para contrastar hipótesis*, que son aquel tipo de actividades para verificar las hipótesis establecidas por los alumnos o por el profesorado para la interpretación de los fenómenos. Estos dos nuevos tipos de actividades introducidos se podrían incluir, en la tipología de Carmen (1997) en el ámbito de las experiencias. En este mismo tipo, *las experiencias*, podrían incluirse muchas de las prácticas contenidas en el libro de texto, que se proponen para las clases de ciencias a título demostrativo o de aprendizaje de determinadas técnicas y destrezas.

En la realización de los trabajos prácticos o de laboratorio se han de tener en cuenta una serie de dimensiones de indudable relevancia y de las que se ofrece una síntesis en el cuadro nº 30 que se presenta a continuación:

**Cuadro 13: Dimensiones del trabajo práctico**

<b>Dimensión social</b>	<p>¿Trabajo individual o en grupo?</p> <p>¿Trabajan el mismo aspecto o no?</p> <p>¿Discuten los resultados?</p> <p>¿Se establecen relaciones con aspectos sociales?</p>
<b>Conocimientos previos</b>	<p>¿Qué conocimientos son necesarios?</p> <p>¿Poseen esas habilidades?</p>
<b>Relación con la teoría</b>	<p>¿La teoría es básica?</p> <p>¿Se necesita una explicación de la hipótesis?</p> <p>¿Se pide relacionar las conclusiones con la teoría?</p>
<b>Obtención de datos</b>	<p>¿Cómo se obtienen los datos? Observación directa, indicadores, aparatos...</p>
<b>Complejidad de los instrumentos</b>	<p>¿La complejidad de los instrumentos es adecuada para el fin buscado?</p>
<b>Análisis de datos</b>	<p>¿Qué tipo de análisis se pide?</p> <p>¿Se orienta a los alumnos?</p>
<b>Tiempo</b>	<p>¿El tiempo que se necesita justifica su realización?</p> <p>¿Es compatible con la distribución horaria?</p>
<b>Aprendizaje de conceptos</b>	<p>¿Se busca enseñar un concepto importante?</p> <p>¿Ayuda a superar las ideas previas y a aproximarlos a los conceptos vistos?</p>

Fuente: elaboración propia a partir de del Carmen (2000)



4.4.3.2.- *Nuevas tareas y otras condiciones.* En los trabajos prácticos de laboratorio y dentro de los diferentes modelos existentes, nos hemos decidido por los trabajos de investigación para subir el nivel, sin embargo este tipo de tareas exigen un aumento del trabajo por parte del profesorado y requieren también que haya los adecuados medios al alcance del alumnado que han de ser accesibles para la realización del experimento, con el fin de ir construyendo su conocimiento científico del mismo modo que lo hicieron antes los descubridores de esas leyes o teorías.

En el cuadro nº 31, que sigue a continuación se muestran los elementos esenciales que relacionan el nivel de investigación de un trabajo práctico con el problema, el método y el agente que lleva a cabo el experimento:

**Cuadro 14: Nivel de investigación de un trabajo práctico**

Nivel de investigación	Quién proporciona el problema	Quién propone el método	Quién lo lleva a cabo
0	Profesorado o libro de texto	Profesorado o libro de texto	Profesorado o libro de texto
1	Profesorado o libro de texto	Profesorado o libro de texto	Alumnado
2	Profesorado o libro de texto	Alumnado	Alumnado
3	Alumnado	Alumnado	Alumnado

Fuente: elaboración propia a partir de Tamir (1989)

Los análisis realizados (Tamir y García, 1992; Hodson, 1994) muestran que en la mayoría de casos las actividades prácticas que se realizan en los centros se sitúan en el nivel más elemental de la indagación, lo que limita los objetivos que pueden desarrollarse y el grado de motivación de los alumnos, ya que cuanto menor es su participación menos se implican. Teniendo en cuenta esta circunstancia, resulta importante garantizar una amplia, variada y progresiva secuencia de tareas en la indagación de las actividades prácticas planteadas.

4.4.3.3.- *Secuencia de actividades implicadas en el trabajo práctico.* El inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio (LAI: “Laboratory Assessment Inventory”), diseñado por Tamir (1998) y Lunetta (1998) permite analizar de forma detallada los procedimientos y contenidos implicados en la secuencia de actividades prácticas, implicadas en las tareas del trabajo práctico que se ha de llevar a cabo en el laboratorio.

En el cuadro nº 32, que sigue a continuación se muestra secuenciadas las actividades del experimento:

**Cuadro 15: Actividades en el laboratorio**

<b>1ª) Planificación y diseño</b>	Formula una pregunta o problema a investigar. Predice los resultados experimentales. Formula la hipótesis a comprobar. Diseña el método de observación y medida. Diseña un experimento. Prepara los instrumentos necesarios.
<b>2ª) Realización</b>	Realiza observaciones y medidas. Emplea aparatos y aplica técnicas. Consigna los resultados y describe lo observado. Supera sólo los obstáculos. Coopera con los compañeros. Utiliza las normas de seguridad y de orden.
<b>3ª) Análisis e interpretación</b>	Recoge los resultados en formularios. Interpreta los datos y saca conclusiones. Propone la generalización o modelo. Explica los descubrimientos realizados. Formula nuevas preguntas.
<b>4ª) Aplicación</b>	Hace predicciones. Aplica las técnicas experimentales a otros problemas. Sugiere ideas para seguir la investigación.

Fuente: elaboración propia a partir de del Carmen (2000).

Con todo esto se pueden cumplir los objetivos del trabajo en el laboratorio, sin embargo habrá que ir revisándolo cada vez que se realiza una práctica para ver si se están cumpliendo los objetivos buscados. Para el trabajo práctico se requiere una secuencia de actividades de diferente tipo, que se enuncian a continuación: 1) Introducción por parte del profesorado. 2) Explicación de la práctica. 3) Comprobación por parte del profesor de si se ha comprendido y se poseen las ideas previas. 4) Una o más actividades de laboratorio realizadas por los alumnos. 5) Elaboración de un resumen y conclusiones. 6) Comunicación en el grupo. 7) Actividades de sistematización y síntesis. 8) Actividades de evaluación.

Este tipo de secuencia favorece la motivación del alumno ya que puede ser plenamente consciente de lo que está realizando y de su significado. Además tiene otra motivación que es la de exponer delante del grupo. Hay que fijar la atención en el modo de agrupar a los alumnos. Los grupos heterogéneos son más enriquecedores y favorecen la enseñanza entre iguales, lo que supone un recurso importante en estas tareas. Pueden favorecer un liderazgo único y excesivo. Por tanto, es conveniente que los alumnos dejen trabajar a todos y que se respeten, llegando a realizar un trabajo propiamente cooperativo.

#### **4.5.- El material de los libros de texto y otros recursos.**

Los libros de texto son el material en el que las familias gastan más al escolarizar a una persona, se mueve mucho dinero y existen un gran número de editoriales cuya dedicación principal es el libro de texto. Las valoraciones sobre la utilidad y conveniencia, el análisis y crítica de los libros de texto en ciencias han evolucionado paralelamente a los diferentes enfoques didácticos y al conocimiento disponible respecto a las dificultades de aprendizaje del alumnado. Han surgido experiencias contra lo denominado como una cierta tiranía de los libros de texto. A partir del precedente supuesto surgen y se potencian las bibliotecas, los laboratorios, los trabajos de investigación, los apuntes de clase, etc.

##### **4.5.1.- Críticas y análisis de los libros de texto.**

Las críticas a los libros de texto no son algo reciente, ya se recogen algunas desde 1901 (Gonzales y Zaragoza, 1985) relativas a que éstos estaban orientados a la superación de exámenes más que al fomento del aprendizaje. Estas críticas se pueden agrupar en torno a dos aspectos (Zabala, 1990): la información contenida y el uso implícito a

que conducen. A modo de ejemplo, un estudio acerca de unos libros de E.G.B. concluye que “el tema de la contaminación se trata en la mayoría de estos textos de forma superficial. Esto contrasta con la mayor toma de conciencia que se da hoy en la sociedad.” (Galache y Pérez, 1995). Sin embargo, los libros de texto han sufrido un gran cambio y se han adaptado a los cambios de la pedagogía. Es habitual la presencia de resúmenes, mapas conceptuales, preguntas para motivar la curiosidad del alumno, gran profusión de imágenes, historias para captar su atención, etc..

En el análisis del libro de texto se ha de tomar en consideración una amplia y abierta pluralidad de elementos que lo integran: la información recogida y su presentación al lector, a la necesidad de atender a la diversidad del alumnado y de los diferentes tipos de aprendizajes, a las características físicas de los documentos. Un ejemplo específico para el análisis de los materiales escolares de ciencias lo encontramos en Del Carmen (1997) que sugieren algunas de las más importantes dimensiones que deben analizarse en los textos escolares: 1) *Fundamentación teórica*: modelo de aprendizaje en que se inserta y adecuación a la edad o nivel de desarrollo de los alumnos. 2) *Diseño curricular*: formulación de objetivos, contenidos, organización de los contenidos y secuencia, estrategias y dimensiones transversales. 3) *Evaluación*: sus tipos, contenidos y fases. 4) *Inserción en el contexto*.

En el análisis de los libros de texto se hace preciso atender a una serie de índices para comparar unos materiales con otros. Un ejemplo de estudio de un libro aparece en Shayer y Adey (1984) que trata de varias unidades de física, nos vamos a centrar en las que se refieren a nuestro estudio: *presión, densidad, calor y temperatura*. Como tesis principal, los autores manifiestan que dentro de la física se pueden tomar en consideración varios fenómenos estudiados separadamente, para alcanzar al final determinados pasos integradores que convierten todo en una unidad didáctica con sus consiguientes interrelaciones. Ahora bien, el problema está en que este tipo de análisis requiere un pensamiento formal avanzado, del que carecen muchos alumnos que, al no entenderlo, se quedan con la física distribuida en compartimentos estancos y con una serie de recetas aprendidas tal vez de memoria.

**Cuadro 16: Niveles de comprensión en temas de termodinámica.**

<b>Tema</b>	<b>Concreto inicial</b>	<b>Concreto avanzado</b>	<b>Forma inicial</b>	<b>Forma avanzada</b>
<b>Flotación y densidad</b>	Masa, volumen y densidad están mezclados. Saben de algunos objetos que flotan y otros no.	Teorías específicas de la flotación. El volumen se capta pero no la densidad.	La relación peso/volumen se usará como hipótesis sobre la flotación.	Puede comprender la relación entre la densidad, la masa y la separación de las partículas.
<b>Fuerza y presión</b>	Presión = Fuerza. El efecto de una fuerza es mayor si la superficie es delgada.	Los líquidos ejercen mayor fuerza a mayor profundidad. El aire causa una fuerza global.	La presión es una fuerza por unidad de área. La presión es igual en todas las direcciones en un gas o en un líquido.	Concepto de presión aplicado a prensa hidráulica y a los vasos comunicantes.
<b>Calor y temperatura</b>	No hay distinción entre calor y temperatura.	Conceptualiza la temperatura como grado de calor. La cantidad de calor depende de la masa del objeto caliente.	Modelo calórico para la relación calor/temperatura y los cálculos implícitos. Acepta la teoría cinética.	Usa la teoría cinética como modelo predictivo y explicativo.
<b>Teoría cinética</b>		No puede ajustarse a un modelo concreto.	Se usa para explicar fenómenos con el modelo, la expansión es debida a la mayor vibración de las partículas.	Usa la teoría como un modelo deductivo que parte de unos postulados simples. Puede explicar propiedades relativas de gases, líquidos y sólidos.

Fuente: elaboración propia a partir de Shayer y Adey (1984)

#### **4.5.2.-Parámetros de cálculo para la valoración del libro de texto.**

Como se puede observar en el cuadro, la taxonomía suministra criterios para establecer la dificultad de un determinado material curricular atendiendo a su contenido. Existen autores que han elaborado indicadores para establecer la puntuación de un libro de texto. Está claro que es importante para nuestro trabajo ya que el grupo de control tendrá un método tradicional en el que el libro de texto se emplea de una forma habitual. Una lista de estos indicadores según Tamir (1985) es la que sigue:

- 1 La información se presenta como una tentativa de conocimiento incompleta.
- 2 Las dudas se destacan, se cuestiona la validez de la información contenida.
- 3 Aparecen opiniones controvertidas.
- 4 Aspectos de la historia de las ideas y los descubrimientos.
- 5 Aparece citado explícitamente un método científico.
- 6 Se presentan situaciones en las que científicos distintos usan diferentes métodos.
- 7 Los hechos dependen de las concepciones de los científicos.
- 8 Se mencionan nombres de investigadores.
- 9 Se describen aspectos del trasfondo social y personal de los científicos.
- 10 Contribuciones tecnológicas en el desarrollo científico.
- 11 Se destacan preguntas.
- 12 Se formulan problemas.
- 13 Las hipótesis son formuladas.
- 14 Se realizan predicciones.
- 15 Se describen observaciones y medidas realizadas en experimentos.
- 16 Se recogen datos reales.
- 17 Los datos son interpretados y se extraen conclusiones.
- 18 Se describen experimentos.
- 19 Se presentan explicaciones.
- 20 Se mencionan las limitaciones de las ideas.
- 21 Se presentan e interpretan tablas y gráficas.
- 22 Se incluyen e interpretan imágenes o dibujos.

Para asegurar la objetividad se emplean dos observadores y luego se calcula la correlación de las dos clasificaciones que aportan. El estadístico Kappa proporciona una medida del acuerdo entre los dos observadores corrigiendo la influencia del azar. Kappa

tiene un rango de 0 a 1, más cercano a 0 cuanto menos acuerdo haya y más cercano a 1 revela mayor acuerdo. La expresión del coeficiente kappa es:

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$$

siendo  $P_0$  es la suma de los elementos de la diagonal de la tabla de contingencia dividida entre el total de la muestra, la proporción de acuerdo;  $P_c$  es la suma de los productos de los totales de filas y columnas dividido por el acuerdo del total de la muestra. Por ejemplo, para dos profesores a y b se da la siguiente tabla:

**Cuadro 17: Tabla de contingencia de dos profesores**

	A1	A2	A3	A4	A5	S. FILAS
B1	1					1
B2		0				0
B3			1			1
B4				1		1
B5					0	0
S. COL.	1	0	1	1	0	3

Fuente: elaboración propia.

Los valores de las variables serán:

$$P_0=0,6$$

$$P_c=0,12$$

$$K=0,54$$

Si hubiera acuerdo en un ítem más, el coeficiente K sería de 0,71 que ya reflejaría un buen acuerdo entre los profesores.

Además existe un elemento clave principalmente en los libros de ciencia que es la secuencia didáctica. Ésta revela las intenciones de los autores. Cada acción lingüística desempeña una función en el conjunto de la secuencia. Con la finalidad de localizar las funciones más frecuentes se analizaron diversos textos de 4º curso de E.S.O. que versa-

ban sobre la mecánica. Encontramos que las funciones más frecuentes podían agruparse en seis categorías que se describen en el siguiente cuadro (Jiménez Valladares, 2000):

**Cuadro 18: Funciones más frecuentes en la muestra de los libros  
analizados de mecánica de 4º de E.S.O.**

Nombre	Descripción
Evocación	Hace referencia a un hecho de la vida cotidiana o concepto conocido por el alumno.
Definición	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico.
Aplicación	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición.
Descripción	Se refiere a hechos no cotidianos desconocidos por el lector y que aportan un contexto necesario. También se incluyen unos conceptos necesarios para el discurso principal.
Interpretación	Son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales.
Problematización	Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su fin es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas justificando un nuevo enfoque posterior.

Fuente: elaboración propia a partir de Jiménez Valladares (2000).

El análisis de un texto comienza fragmentando el texto en una secuencia y clasificando cada uno de los eventos. Esta secuencia se puede visualizar gráficamente representando en el eje horizontal el número de orden de cada evento y situando una marca en la posición 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 del eje vertical según se trate de las funciones: evocación, definición, aplicación... La simple observación de las gráficas ya permite realizar comparaciones entre los diversos textos, pero el análisis secuencial suministra instrumentos más precisos:

La probabilidad simple:  $P(a) = \frac{f(a)}{N}$

La probabilidad de transición es:  $P(a) = \frac{f(ab)}{f(b)}$

El primer parámetro es el primero que se emplea, indica la frecuencia de aparición de las diferentes funciones en cada texto. Habrá textos que empleen habitualmente



definición y aplicación, otros evocación e interpretación; para ver la frecuencia en la que aparece un evento y luego otro está el segundo parámetro. El modelo que asumimos es de primer orden, por tanto es indiferente para el cálculo de probabilidades cuál de las dos funciones aparece antes. Para ver si se ajustan las variables a un modelo de primer orden se emplea la prueba binomial de puntuaciones Z.

La probabilidad se calcula multiplicando la probabilidad de cada secuencia:

$$P(ab) = P(a) \times P(b)$$

$$\text{siendo} \quad P(a) = \frac{f(a)}{N} \quad \text{y} \quad P(b) = \frac{f(b)}{N - f(a)}$$

f(a) y f(b) son las frecuencias registradas de los eventos a y b, y N es el número total de eventos codificados.

Para saber si se ajustan al modelo de primer orden se emplea Z (Bakeman y Gottman, 1989):

$$Z = \frac{f(ab) - f(a) \cdot p(b)}{\sqrt{f(a) \cdot p(b) \cdot (1 - p(b)) \cdot (1 - p(a))}}$$

La puntuación Z permite determinar qué secuencias suceden con una frecuencia superior a la esperada ( $Z > 1,96$ ) bajo la hipótesis del modelo de orden uno.

#### 4.5.3.- Otros criterios de valoración del libro de texto.

Además de los parámetros de cálculo para poder inferir una clasificación de los libros más o menos aproximada que, como hemos visto anteriormente, es muy difícil realizar una calificación de los libros de texto absolutamente objetiva en la que estén de acuerdo todos los profesores, existen otros parámetros interesantes a tener en cuenta como es el *procesamiento de un texto de ciencias o su facilidad de asimilación para unos alumnos* y para otros no. En estas circunstancias cabe otra pregunta que ya resolvimos en el capítulo dedicado al estudio de la Didáctica, al referirnos a los métodos didácticos, ¿el libro que sirve a un alumno muy dotado para las ciencias es igual que el libro de texto que le sirve a otro muy dotado para las letras? La respuesta ya la abordamos con los modelos de enseñanza en el capítulo 2. Es necesario para el profesor tener competencias probadas sobre una serie de métodos, porque algunos les servirán a unos alumnos y otros a otros, lo mismo se puede aplicar para un libro. En la actualidad las

editoriales están empezando a producir los libros electrónicos, que pueden resolver estos problemas, puesto que un libro electrónico puede disponer de diferentes versiones, unas más esquemáticas y otras más evocadoras e interpretativas, aproximándose de mejor manera a todos los alumnos.

*a) La base de un texto.* Dentro de un libro de texto existe un conjunto estructurado de proposiciones que representan el significado de un texto, esto se denomina base del texto. En la base del texto se pueden distinguir microestructura y macroestructura. La primera es el conjunto de proposiciones del texto relacionadas localmente, la segunda es el conjunto de proposiciones que sintetizan su significado y se edifica a partir de la microestructura. Existe otro término que es la superestructura esquemática o estructura de alto nivel, ésta corresponde a la relación más general que se puede encontrar entre las ideas de texto. Según nuestra experiencia y de otros colegas próximos hemos hallado alumnos que son capaces de entender la microestructura pero no la macroestructura, porque les resulta difícil relacionar unas ideas con otras, habitualmente esto pudiera ser la consecuencia del aprendizaje memorístico. También es función del profesor, a partir de las ideas previas que tienen los alumnos, saber qué conocimientos demandarán para la comprensión de libro de texto. Se necesita que el alumno sea capaz de asimilar la coherencia local y la global del texto, de esta forma es factible el aprendizaje significativo, si no fuera capaz de descubrir la coherencia global, el alumno estaría informado de una serie de definiciones, fenómenos y fórmulas pero sin saber relacionarlas.

*b) Gráficas.* Además del texto, el profesor debe tener en cuenta la capacidad del alumno para entender las gráficas y demás información suplementaria que aparece en el libro. Núñez, Banet y Cordón (2009) llegan a la conclusión de que los alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria –estudian en particular a los alumnos de 1º y 3º de E.S.O.- no interpretan las gráficas adecuadamente. El estudio incluye tanto la elaboración de gráficas sencillas y complejas como su interpretación. En cuanto a la elaboración de las gráficas, los alumnos que elaboran las gráficas adecuadamente a partir de una tabla sencilla están en torno al 10%.

*c) Los problemas.* Dentro de los materiales didácticos, hemos hablado de los trabajos de investigación y del libro de texto, sin embargo existe una parte fundamental propia de las ciencias, los problemas. Puede existir un libro muy teórico pero siempre habrá una parte específica de problemas porque son la aplicación de la teoría vista. Son el reflejo práctico de la explicación del profesor o de un alumno en clase. Hasta tal pun-

to son importantes que la evaluación en carreras técnicas se hace, de ordinario, mediante una prueba específica de problemas.

#### **4.6.- ¿Qué necesidad tengo de resolver un problema?**

El concepto de problema comprende un conjunto de tareas muy diversas, desde problemas de investigación cuya resolución puede comportar procesos de enseñanza-aprendizaje muy largos en el tiempo, hasta los problemas numéricos, pasando por los ejercicios escritos conducentes a explicar un fenómeno. Ahora nos vamos a centrar más en los segundos ya que los primeros los hemos tratado anteriormente. Para conseguir que el alumno aprenda hace falta convencerle que los conceptos que está utilizando tienen una utilidad, por tanto el problema debe plantear esta utilidad. “Para que un aprendizaje tenga sentido debe partir de un problema, de algo que no se conozca y se quiera saber.” (Sanmartí, 2002:257)

Sin embargo, en la explicación tradicional de las ciencias, el modelo teórico instruye acerca de la teoría y después propone la resolución de los problemas como ejemplos de la teoría, además de que los problemas no estaban muy relacionados con la vida cotidiana, eran únicamente instrumentos para evaluar. En consecuencia se ponía el acento en los problemas como instrumento evaluador. También se suponía que eran una aplicación de los conceptos vistos en la teoría. Estos son los objetivos clásicos.

En la actualidad los problemas sirven para diagnosticar las ideas previas, adquirir competencias como la de calcular, promover actitudes positivas hacia las ciencias, acercar los ámbitos de conocimiento científico a la realidad y evaluar el aprendizaje científico del alumno. Existen diferentes tipos de problemas según se atiendan a las distintas características: según la materia, se distinguen los problemas cualitativos o cuantitativos, de investigación o cerrados, etc. Los problemas cualitativos son problemas abiertos en los que se debe predecir o explicar un hecho, analizar situaciones cotidianas y científicas e interpretarlas a partir de los conocimientos personales y del marco conceptual que proporciona la ciencia. En cambio, los cuantitativos son los más adecuados para trabajar las habilidades que implican el manejo de los lenguajes matemáticos y algebraicos.

**Cuadro 19: Características de problemas cualitativos y cuantitativos.**

	Problemas cualitativos	Problemas cuantitativos
<b>Ventajas</b>	Trabaja muy bien conceptos. Introducen en la reflexión. Ayuda a conocer ideas de otros. Alto valor formativo.	Medio para entrenarse en habilidades matemáticas.
<b>Inconvenientes</b>	Los derivados de manejos de grupos. Problemas muy abiertos con enunciados ambiguos.	Son actividades cerradas. Se superponen problema matemático y científico.
<b>Dificultades</b>	Para expresar ideas. Contestan sin razonar. Las del trabajo de las ideas previas.	Dificultades matemáticas. Dificultades asociadas a la estrategia de resolución. Dificultades para entender bien el enunciado.
<b>Sugerencias</b>	Fomentar que busquen nuevas ideas. Elegir situaciones cotidianas. Fomentar la discusión. Ayudar al alumno de forma graduada. Definir objetivos. Fomentar la diversidad de niveles de respuesta.	Abrir más las actividades. Ayudar a distinguir entre solución científica y matemática. Graduar las distintas dificultades. Fomentar la reflexión sobre la estrategia seguida. Fomentar el trabajo de interpretación de datos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Pozo y Gómez Crespo (1998)

Algunos autores, entre otros Pozo y Gómez Crespo (1998) distinguen entre ejercicios y problemas. Los primeros son de aplicación directa de fórmulas y sustitución de datos, mientras que los problemas pueden incluir diferentes razonamientos. Aquí podríamos incluir la discusión de a partir de qué edad o de qué rango de madurez intelectual pueden los alumnos iniciarse en la resolución de los problemas cuantitativos, que impliquen conocimiento de los conceptos, razonamientos y realización del cálculo nu-

mérico de forma positiva. Otros autores como Caballer y Oñorbe (1997) distinguen entre problemas-cuestiones, problemas-ejercicios y problemas-investigaciones. Ya hemos dicho que de los terceros ahora no tratamos, los problemas – cuestiones serían análogos a los cualitativos y a los problemas y los segundos, problemas – ejercicios, se equipararían a los ejercicios. Esta triple división de Caballer y Oñorbe no añade una mayor precisión a la división de problemas y ejercicios de Pozo y Gómez y más bien se expande una cierta ambigüedad sobre la cuestión. Sanmartí (2002) diferencia entre problemas abiertos y cerrados y deja fuera de esta clasificación a los ejercicios. Mis preferencias se orientan por la distinción entre ejercicios, problemas cualitativos y problemas cuantitativos ya que pueden formularse problemas cuantitativos no del todo cerrados. Según el modelo didáctico, se realizarán más problemas de un tipo o de otro.

**Cuadro 20: Modelos didácticos y características de los problemas asociados**

Modelo didáctico	Características de los problemas
<b>Transmisión-recepción</b>	Carácter aplicativo y evaluador. Cerrados y cuantitativos. Se potencia la matemática. Más importante el resultado que el proceso. Se dedican sesiones exclusivas.
<b>Descubrimiento</b>	Medio para razonamiento deductivo. Importa el proceso de resolución. Carácter práctico y creativo. Se interpreta el resultado.
<b>Constructivista</b>	Conectados a una experiencia previa. Papel esencial en el aprendizaje conceptual. Facilitar el cambio conceptual: articular ideas previas y aplicando nuevas.
<b>Investigación</b>	Problemas significativos. Recurre a diferentes fuentes. Suelen ser experiencias de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia a partir de Perales (2000)

Respecto de los problemas, las cuestiones relevantes, en mi parecer, no son las variadas tipologías que puedan establecerse, sino ¿cómo se resuelven los problemas? ¿cuál es el mejor enunciado para facilitar al alumno este aprendizaje?. ¿Cuáles los modos más pertinentes de enseñanza-aprendizaje de los problemas? La segunda pregunta es, en mi parecer, interesante y muy concreta: el enunciado debe ser fácilmente inteligible por el alumno, debe incluir las explicaciones adicionales necesarias y las gráficas convenientes a su resolución.

Gran parte de la dificultad que los alumnos perciben en los problemas se relacionan con la comprensión del enunciado, del que el profesor y el alumno hacen una lectura diferente. También es preciso atender a la dimensión del texto. A los universitarios o personas de edad adulta y madurez intelectual se les puede poner un problema que puede estar descrito en varios párrafos. Sin embargo, una presentación semejante a un niño se le hace imposible de comprender por las mismas dimensiones literarias, de números o fórmulas en que se presenta. Al niño le falta desarrollar todavía lo visto con anterioridad de la coherencia global.

El proceso de resolución de un problema depende del concepto de problema del que se parte. Esquemáticamente se puede enfocar como:

- 1) Destreza de aplicación de los conocimientos científicos teóricos.
- 2) Procedimientos correspondientes a la metodología de la ciencia cuando se enfrenta a una investigación.
- 3) Destrezas a aplicar para conseguir una solución correcta. En todo caso la resolución de los problemas tiene como objetivo adiestrar en el uso de conceptos teóricos y en su manejo matemático. El trabajo del profesor intenta facilitar la conversión de los problemas en ejercicios.

**Cuadro 21: Funciones del profesor y del alumno**

PROFESOR	ALUMNO
<b>Presenta un ejercicio (conoce perfectamente la estrategia de resolución)</b>	Se encuentra un problema (no conoce la estrategia de resolución).
↓	↓
<b>Presenta un método para resolverlo (un guión o una receta)</b>	Comprende/memoriza el algoritmo o la técnica.
↓	↓
<b>Presenta nuevos ejercicios (variación sobre el inicial).</b>	Reconoce el problema (lo transforma en ejercicio).
↓	↓
<b>Controla resultados y evalúa.</b>	Es evaluado.

Fuente: Elaboración propia a partir de Oñorbe (1989).

Este es el proceso básico del método expositivo o tradicional que emplearemos con el grupo de control durante la investigación. La evaluación positiva es para aquellos alumnos que aplican casi automáticamente el algoritmo adecuado mientras fracasan los que no reconocen el modelo.

Para el cambio metodológico se podría comenzar por el análisis de los elementos constituyentes del problema, por ejemplo, la descripción de un dispositivo que sirva para medir la magnitud pedida en el problema, unas condiciones experimentales para que tenga lugar esa situación del problema, unas simplificaciones o modificaciones que inscriben el fenómeno estudiado en un marco teórico simple u otras.

También sería interesante hacer una serie de reflexiones en torno al problema: cómo es el problema en sí, de índole teórica o práctica; el carácter del problema es ideal o real; de esta manera al ir resolviendo el problema lo tendría bastante diseccionado y dividido y el alumno habría demostrado su capacidad de razonar y sus conocimientos aplicados a la situación que plantea el problema.

**Cuadro 22: Resolución clásica y resolución basada en el cambio conceptual**

CLÁSICA	CAMBIO CONCEPTUAL
<b>Lectura del problema</b>	Lectura del enunciado atendiendo a todos los elementos.
<b>Reproducción de los datos del problema</b>	Recuerdo y consulta de los materiales para enmarcar teóricamente el problema.
<b>Identificación de las incógnitas.</b>	Representación del enunciado.
<b>Recuerdo de problemas análogos.</b>	Explicitación de las hipótesis.
<b>Búsqueda de las fórmulas a emplear.</b>	Descomposición del problema en subproblemas más sencillos.
<b>Sustitución de los datos en las fórmulas.</b>	Ubicación de las fórmulas según el marco teórico.
<b>Realización del cálculo matemático.</b>	Verificación de cálculos y homogeneidad de unidades.
<b>Obtención de los resultados con las unidades correspondientes.</b>	Valoración del resultado.
	Análisis de los errores al conocer la respuesta.

Fuente: Elaboración propia a partir de Perales (2000)

Por ejemplo, en física es habitual (Perales, 2000) el problema teórico-práctico de determinación del calor específico a partir del método de las mezclas. A pesar de su utilidad como herramienta de comprensión de los cambios de estado múltiples, los alumnos suelen intentar memorizar las fórmulas del calor transferido por un cuerpo de masa  $m$  y calor específico  $c$  que sufre una variación de temperatura  $t_2 - t_1$ :

$$Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

En cambio, se hace preciso un análisis cualitativo del problema en términos de aproximación sucesiva que sufren los sistemas que se mezclan hacia la temperatura final. Posteriormente habrá que descomponer el problema en subproblemas. Si se introduce hielo a  $-10^\circ\text{C}$  en el calorímetro, aquél debe calentarse previamente a  $0^\circ\text{C}$ , fundirse a temperatura constante y después alcanzar la temperatura de la mezcla; pero también podría suceder que el hielo se descongelara en parte, por tanto al final conviviría agua líquida con hielo a  $0^\circ\text{C}$ . Este problema es interesante ya que será parte de nuestro estudio.



Algunos autores (Ceberio, Guisasola y Almudí, 2008) manifiestan que las propuestas de enseñanza-aprendizaje de algoritmos muestran su eficacia cuando los estudiantes resuelven problemas estándar similares pero no cuando se enfrentan a situaciones novedosas. Las propuestas de enseñanza-aprendizaje por comparación entre expertos y novatos muestran que ayudan a mejorar las habilidades de los estudiantes, no hay evidencias de que mejoren los resultados respecto del grupo de control. Las propuestas de enseñanza-aprendizaje basadas en la investigación superan el tratamiento aislado al que ha sido sometida la resolución de problemas, es verdad que dotan a los alumnos de una apertura mayor ante los problemas pudiendo resolver una amplia gama y no sólo los similares, sin embargo es necesario utilizar esta técnica durante largos períodos de tiempo.

Una vez realizado el problema por parte del alumno, existe otro aspecto importante para el profesor que es la evaluación del problema y, no sólo de éste sino de los conceptos del alumno. Parece curioso que dados unos resultados vaya el profesor a calificar sin tener en cuenta el proceso porque podría llegar el alumno por un método que fuera totalmente equivocado y que por casualidad los números facilitaran dicho resultado. Se pueden referir anécdotas de alumnos que han llegado al resultado y luego a su compañero les dicen “yo multipliqué los datos y lo obtuve”, de esta forma creo que es necesario detenerse en ese aspecto que incumbe al profesor y también al alumno.

#### **4.7.-¿Cómo evaluar? Dimensiones normativas de la evaluación.**

Dentro de las ciencias, hemos visto conceptos, problemas, ejercicios, trabajos de investigación y recursos. Todo esto tiene que contribuir a la evaluación. A partir de esta información también el profesor ha de poseer un conocimiento más aproximado sobre la actitud del alumno, sus conocimientos y los saberes procedimentales que ha desarrollado. Sanmartí (2002) recoge tres aspectos a integrar en todo proceso de evaluación: 1) Recogida de información. Como hemos visto, con problemas, ejercicios, trabajos de investigación, contenidos teóricos y prácticos. 2) Análisis de esta información y juicio sobre su resultado. 3) Toma de decisiones de acuerdo con el juicio emitido. En términos generales la evaluación ha de entenderse como un proceso integral, en el que se contemplan diversas dimensiones de análisis: el proceso de aprendizaje de los alumnos y alumnas, el proceso de enseñanza y de la práctica docente, y el propio proyecto curricu-

lar del centro y del profesor. La evaluación parece que ha de considerarse como un proceso formativo, continuo y personalizado, con una doble finalidad: 1ª) ajustar la ayuda pedagógica a las características individuales de los alumnos, mediante aproximaciones sucesivas y 2ª) determinar el grado en que se han conseguido los objetivos educativos propuestos.

#### **4.7.1.- La evaluación integrada en el sistema y en el proceso.**

Para la enseñanza - aprendizaje es importante que la evaluación sea entendida como regulación. La evaluación debe ser continua, global, individual e integrada en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Debe ser útil para el sistema educativo, para los profesores y para los alumnos. Dependiendo del momento en el que se evalúe, Jorba y Sanmartí (1996) distinguen diferentes funciones, si la *evaluación es previa a la enseñanza o inicial*, al comienzo del proceso de enseñanza-aprendizaje, su función será diagnóstica y permitirá realizar una adaptación de los objetivos en función de las necesidades de los alumnos y detectar las alteraciones y las disfunciones que pueden interferir en el proceso educativo formativo. Geli (2000) incluye la función formadora porque contribuye a la construcción del conocimiento y a la regulación del aprendizaje de cada alumno. La evaluación al inicio tiene una función de diagnóstico, debe recoger ideas previas de los alumnos, experiencias personales, estrategias de razonamiento, actitudes, representaciones previas de lo que se va a tratar y vocabulario que se va a emplear. Para esto se pueden aplicar cuestionarios abiertos, cerrados y cuestionario KPSI de actitudes.

*La evaluación procesual* a lo largo del proceso de aprendizaje es formativa y debe identificar los objetivos y motivos de las actividades de aprendizaje, anticipar y planificar las operaciones necesarias para llevarla a cabo e identificar y publicitar los criterios de evaluación. Esto se puede realizar mediante un diario de clase, un cuestionario de progreso para ver qué creen que van a aprender y al final qué es lo que han aprendido. La evaluación procesual facilita la valoración del desarrollo de los aprendizajes de los alumnos a través de la recogida de datos continua y sistemática. Mediante esta evaluación será posible ajustar algunos elementos del proceso de enseñanza - aprendizaje inicialmente planificado: 1) porque resulta reiterativo el modelo de trabajo; 2) porque conviene volver sobre el mismo contenido mediante otros recursos metodológicos, puesto que se ha detectado que encierran dificultad para el alumno. La evaluación procesual permite llevar a cabo una enseñanza personalizada y emprender acciones, 1ª) de

apoyo a los alumnos en los que se observen dificultades y 2ª) de ampliación para los alumnos cuya mayor capacidad en el estudio haya ocasionado una evolución en sus trabajos más rápida que el resto de compañeros.

*La evaluación al final* implica un trabajo de análisis y síntesis de los datos obtenidos en el proceso de evaluación continua, con la referencia de los objetivos establecidos en la normativa vigente, por parte del centro y de los criterios de evaluación elaborados por el profesor. Se recogerán las observaciones relevantes sobre la adquisición de las capacidades que reflejan los objetivos generales. La evaluación final del proceso de aprendizaje debe establecer un balance fiable de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los contenidos de la evaluación son los objetivos y los criterios. Son objeto de ser evaluable los conceptos, los procedimientos y las actitudes o en una terminología más legal, constituyen objeto de la evaluación las competencias básicas, las competencias generales y las específicas .

En cuanto a los criterios debe de haber de realización y de resultados, los primeros deben referirse a aspectos que se espera que el alumnado aplique al realizar una determinada tarea. Los criterios de resultados deben atender a los siguientes aspectos: la pertinencia (si la respuesta del alumno se refiere a la cuestión formulada), completo, exacto, original y volumen de conocimientos o ideas aplicado.

Nieda et al. (2004) aplican una serie de cuestionarios abiertos acerca de lo que entienden los alumnos de diferentes edades -sólo vamos a atender a los de 14 años en temas de materia y energía-. En la explicación de la dilatación al aumentar la temperatura, el 41% de los alumnos da una explicación adecuada al fenómeno y el 37% cree que cuando aumenta la temperatura aumenta el tamaño de las partículas. También manifiestan que los alumnos piensan que las mantas dan calor, que el cubito de hielo envuelto en una manta se derretiría antes que si lo cubrimos con un papel de aluminio.

En consecuencia, existen diferentes actividades de evaluación que sirven al profesor de muy diversas maneras, las técnicas de evaluación inicial suministran información acerca de las ideas previas, punto de partida principal para conseguir un aprendizaje significativo. Posteriormente hay que seguir evaluando para ver cómo se están asimilando los contenidos que se imparten. Al final hace falta medir el aprendizaje adquirido después de todo el proceso. Todos los resultados de las evaluaciones deben servir al

alumno pero, principalmente al profesor para identificar las carencias de los alumnos previas y a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se ha dado mucha importancia al papel de la evaluación final, sin embargo el profesor debe obtener mucha información que le va a facilitar el éxito de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje si presta atención a la evaluación inicial y durante el proceso. Por tanto, se hace necesario formar al profesorado en estas técnicas tan útiles para que el alumnado logre el éxito.

#### **4.7.2.- La normativa española sobre la evaluación.**

Tres asuntos relativos a la normativa vigente vamos a tratar en este apartado: las finalidades que la Ley atribuye a la evaluación, los rasgos que la especifican y los aspectos de la evaluación contemplados en la normativa vigente en España.

*4.7.2.1.- Fines de la evaluación.* La evaluación por su propia naturaleza tiene unas finalidades específicas, pedagógicas, orientadas a proporcionar la información necesaria para mejorar la eficacia del proceso educativo y la elevación de los rendimientos escolares. En este sentido, según algunos autores (Moreno y Cuadra, 2005: 67) la evaluación y el seguimiento del rendimiento del estudiante en el contexto del aula es una cuestión importante pero a la que aún no se le presta atención suficiente. Algunos investigadores lamentan el énfasis que se pone en la actualidad en las evaluaciones sumativas a gran escala e instan a los responsables políticos a que presten más atención a lo que ocurre en las aulas, si de verdad quieren elevar los niveles de rendimiento. Sin embargo, la evaluación tiene otras dos finalidades establecidas por la normativa vigente: *Una finalidad social* que acredita a los alumnos que han concluido un período formativo. Si la acreditación es efecto inmediato de la evaluación sobre una amplia variedad y tipología de contenidos, en situaciones diversas que exigen procesos cognitivos de alto nivel, si reposa en decisiones colegiadas de los equipos de profesores con la mirada puesta en la máxima promoción posible de los alumnos, deviene un instrumento que favorece la calidad de los procesos educativos. La normativa vigente le atribuye una *finalidad de carácter político* en cuanto permite valorar la calidad del sistema educativo. En este sentido, para algunos autores (Coll, Martín y Onrubia, 2001:555) constituye un procedimiento de control social y una fuente de información para tomar decisiones de política y planificación educativa relativas al sistema educativo o a alguno de sus componentes.

4.7.2.2.-*Principios de la evaluación.* En la noción presentada de la evaluación quedan patentes los principios básicos que, por su misma naturaleza, determinan la presencia de la evaluación en todas y cada una de las etapas del proceso de enseñanza – aprendizaje. Recogemos ahora como la normativa vigente especifica esta presencia: 1) *La evaluación es continua y formativa*, es decir, la evaluación debe contemplar los distintos momentos del proceso educativo e integrarse en el quehacer diario del aula, convirtiéndose en punto de referencia para tomar decisiones. 2) *La evaluación es global*, en consecuencia, debe contemplar el conjunto de capacidades establecidas en la etapa y los criterios de evaluación de las diferentes áreas. 3) *La evaluación es criterial*, que debe realizarse teniendo en cuenta los contenidos a evaluar (en su triple dimensión conceptual, actitudinal y procedimental). 4) *La evaluación ha de ser sistemática*, es decir, debe realizarse de acuerdo con un plan previamente trazado que deberá ser llevado a cabo de manera organizada (incluyendo, eso sí, apertura y receptividad a los cambios que se puedan plantear). 5) *La evaluación ha de ser flexible*, que pueda utilizar diversas técnicas e instrumentos de evaluación para registrar los datos obtenidos.

4.7.2.3.- *La normativa de la evaluación.* La normativa vigente sobre la evaluación identifica a los profesores como los evaluadores del desarrollo de las capacidades de los alumnos de acuerdo con la finalidad de la etapa, los objetivos educativos, las competencias básicas y los criterios de evaluación establecidos en el Currículo prescriptivo. Estos objetivos y criterios de evaluación deben ser adaptados por los profesores, en la Programación Didáctica de materia /módulo, a las características del alumnado y al contexto sociocultural del centro. *La evaluación aparece en la LOE* desde varias consideraciones: 1) Ligada al *proceso de aprendizaje del alumno*; 2) como un *proceso de recogida de datos* del proceso de enseñanza aprendizaje; 3) entendida como *instrumento para la rendición de cuentas*: como un medio para ofrecer una información pública y transparente de los resultados alcanzados con los recursos que se disponen.

En concreto, la evaluación es recogida y definida en la *Ley 2/2006, de 3 de mayo Orgánica de Educación* y a lo largo de su desarrollo aparece especificándose su naturaleza y rasgos esenciales como sigue: **1)** En el *Preámbulo*, se hacen referencias a la evaluación como medio para la rendición de cuentas y como instrumento de mejora. **2)** En el *Título Preliminar, Capítulo I*, al definirse los principios y fines de la educación, hallamos algunos que califican la evaluación como principio educativo del sistema: *ñ) La evaluación del conjunto del sistema educativo, tanto en su programación y organi-*

zación y en los procesos de enseñanza y aprendizaje como en sus resultados. o) *La cooperación entre el Estado y las Comunidades Autónomas en la definición, aplicación y evaluación de las políticas educativas.* **3)** En el *Capítulo III*, se identifica uno de los referentes fundamentales de la evaluación, los *criterios de la evaluación*. **4)** El *Título III del Profesorado*, en su *Capítulo I* al definir las funciones del profesorado se muestran algunas que le vinculan claramente al desempeño de la labor evaluadora: b) *La evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado, así como la evaluación de los procesos de enseñanza.* k) *La participación en los planes de evaluación que determinen las Administraciones educativas o los propios centros.* **5)** En este mismo título, en el *Capítulo IV*, se identifica la evaluación de la función pública docente como medio para mejorar la calidad de la enseñanza. **6)** En el *Título V Participación, autonomía y gobierno de los centros* se muestra la participación de la comunidad educativa en la evaluación de los centros. En su *Capítulo II*, al establecerse las competencias del claustro de profesores se muestran como competencias: a) *Formular al equipo directivo y al Consejo Escolar propuestas para la elaboración de los proyectos del centro y de la programación general anual.* b) *Aprobar y evaluar la concreción del currículo y todos los aspectos educativos de los proyectos y de la programación general anual.* c) *Fijar los criterios referentes a la orientación, tutoría, evaluación y recuperación de los alumnos.* Del mismo modo en el *Capítulo IV de este título V* al referirse a las competencias del director se destaca: h) *Impulsar las evaluaciones internas del centro y colaborar en las evaluaciones externas y en la evaluación del profesorado.* **7)** En el *Título VI*, el que se ocupa del tratamiento de la evaluación del sistema educativo en los que se identifica la finalidad de la evaluación, su ámbito, los órganos responsables y la difusión de los resultados. **7.1)** Las *finalidades* de la Ley con respecto a la evaluación del sistema educativo son: a) Contribuir a mejorar la calidad y la equidad de la educación. b) Orientar las políticas educativas. c) Aumentar la transparencia y eficacia del sistema educativo. d) Ofrecer información sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de mejora establecidos. e) Proporcionar información sobre el grado de consecución de los objetivos educativos españoles y europeos. **7.2)** *Variables más relevantes* para determinar el valor de lo que se persigue evaluar: 1) Procesos de aprendizaje y resultados de los alumnos. 2) Actividad del profesorado. 3) Procesos educativos. 4) Función directiva. 5) Funcionamiento de los centros docentes. 6) Inspección y las propias Administraciones educativas. **7.3)** *Los responsables de los procesos de evaluación:* Instituto de Evaluación, Organismos correspondientes de las Administraciones educativas y Equipos directivos y el profesorado.

rado de los centros docentes. **7.4) *Las características de los Planes de evaluación*** que en la Ley se proponen: Para la *evaluación general del sistema educativo*, el Instituto de Evaluación diseña los planes plurianuales: 1º) *Evaluaciones generales de diagnóstico*: Proporciona datos representativos, tanto del alumnado y de los centros de las Comunidades Autónomas como del conjunto del Estado. 2º) *Evaluación de los centros*: Las administraciones educativas diseñará planes de evaluación de los centros educativos. 3º) *Evaluación de la función directiva* por parte de las administraciones educativas.

#### **4.8.- La formación inicial y permanente del profesorado.**

El primer deber del profesor es conocer a fondo el contenido de la materia que ha de impartir. Es obvio que además de conocer con el mayor rigor y exactitud la materia que enseña ha de conocer los métodos y procedimientos didácticos para explicarla. En todo caso puede tener todos los conocimientos sobre métodos didácticos, pero si no conoce la materia que ha de enseñar, no podrá enseñarla. El argumento de los filósofos al respecto es de una claridad y contundencia insuperable: nadie da lo que no tiene. Además el profesor ha de poseer ciertas nociones de psicología aplicable a las edades de los alumnos, dominar algunas actividades de evaluación, saber guiar y proponer trabajos de investigación, técnicas o dotes para poder llevar al grupo de alumnos al éxito, planificar y actuar con transparencia cuándo se van a realizar cada una de las tareas en clase y sobre qué va a versar la evaluación y los criterios (explicación, evaluación, corrección...), actualizarse en la materia que enseña y en las cuestiones metodológicas en orden a la eficacia del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Aunque no es un asunto de atención directa e inmediata en esta tesis, sin embargo parece necesario prestar atención al asunto teniendo en cuenta la importancia del tema en sí mismo. He de aclarar también que ya en los capítulos precedentes se ha atendido al asunto desde diferentes perspectivas y de manera directa y específica se trató el asunto que ahora de nuevo nos ocupa, en el capítulo uno. En todo caso estimo que no es ocioso atender a la formación del profesorado sino que es otorgar al asunto la importancia que siempre merece la formación inicial y permanente del profesorado. Tribó (2008) manifiesta que la formación inicial del profesorado de secundaria debería contemplar los cinco bloques de contenido siguientes:



1. Contenidos científicos y metodológicos del área de conocimiento a enseñar y de las áreas afines.
2. Didáctica específica de las disciplinas a enseñar teniendo presente los diferentes niveles educativos, ESO y bachillerato, y la diversidad social, cultural y cognitiva de los alumnos.
3. Conocer y saber aplicar estrategias, habilidades y competencias – docentes y educativas- derivadas de la reflexión sobre la práctica profesional.
4. Conocer el sistema educativo (pedagogía y sociología de la educación) y la psicología de los adolescentes (psicología evolutiva y de la educación) o bloque psico-socio-pedagógico.
5. Conocer y ser consciente de los problemas educativos actuales que afectan de manera transversal al sistema educativo y, en particular, a la etapa secundaria.

Numerosos autores (Martín del Pozo, 1995) manifiestan que los profesores transmiten una imagen deformada del conocimiento y del trabajo científico. En una investigación llevada a cabo por Fernández Nistal et al. (2009) se revela que en los profesores coexisten tres concepciones sobre sus modos de enseñar: la tradicional, una concepción de transición entre la postura tradicional y el constructivismo y la postura constructivista. La mayoría de los profesores quedaron encuadrados en la segunda postura. Sin embargo, al ser preguntados por su forma de aprender no había una correlación significativa entre la forma de aprender y de enseñar. También midieron en el estudio las actividades propuestas por los maestros.

**Cuadro 23: Concepciones y actividades didácticas del profesorado**

Concepciones Actividades	Tradicional	Postura intermedia	Constructivista
Recepción y repetición	82%	81%	89%
Procedimentales	18%	19%	11%

Fuente: Elaboración propia a partir de Fernández Nistal et al. (2009)



Las actividades de recepción y repetición son las características de la enseñanza tradicional y las procedimentales son propias de un enfoque más constructivista, sin embargo la mayoría de profesores emplean las primeras siendo indiferente la concepción sobre la didáctica y el aprendizaje que tenga el profesor.

**Cuadro 24: Concepciones didácticas y organización de los alumnos en clase**

Concepciones Organización de los alumnos	Tradicional	Postura interme- dia	Constructivista
Individual	7%	15%	7%
Grupos	7%	5%	6%
Clase	86%	80%	87%

Fuente: Elaboración propia a partir de Fernández Nistal et al. (2009)

En este caso tampoco se encontraron diferencias significativas.

En cuanto al papel de la didáctica de las ciencias experimentales más a fondo, se puede ver que existe una duda clara acerca de la idoneidad del profesorado debido a que no se presta atención por parte de las administraciones a la formación del profesor. En la actualidad con el cambio universitario sí se va a realizar un esfuerzo por formar de manera específica al profesorado de secundaria y bachillerato.

**Cuadro 25: Características de los profesores noveles y expertos**

PROFESORES NOVELES	PROFESORES EXPERTOS
<p>Tienen problemas de control y disciplina.</p> <p>Pasan del descontrol al autoritarismo.</p> <p>Piensen en términos globales sobre la clase.</p> <p>Mayor preocupación por ellos y terminar el contenido que por el aprendizaje.</p> <p>Potencian un aprendizaje memorístico.</p> <p>Dan explicaciones más largas.</p> <p>Tienen un ritmo demasiado rápido.</p>	<p>Mantienen el control.</p> <p>Mantienen un clima constructivo.</p> <p>Potencian el aprendizaje individual y dirigen actividades a cada uno.</p> <p>Potencian el aprendizaje comprensivo.</p> <p>Explicaciones sencillas con pausas.</p> <p>Anticipan contenidos y hacen resúmenes.</p>

Utilizan pocos ejemplos.	Numerosos ejemplos.
Sus clases son más lineales.	Se preocupan por la motivación.
Estructuran el contenido de forma similar a la aprendida en la universidad.	Estructuran el contenido con significación psicológica.
Revisan su actuación por la propia percepción.	Revisan su actuación por el aprendizaje de los alumnos.

Fuente: elaboración propia a partir de Mellado y González (2000)

Por tanto, la actividad de “explicar” tiene mucho de reflexión y de fijarse en otros profesores, de estudiar y de reflexionar sobre los errores cometidos. Al principio, un profesor piensa que la explicación es la actividad más importante para promover el aprendizaje de sus alumnos. En la urdimbre conceptual de explicar se incluyen variadas acciones del profesorado con fines muy distintos. Las explicaciones que se dan en la clase de ciencias pueden asimilarse a *historias*, en las que hay siempre unos protagonistas que conectan una serie de hechos y con unas consecuencias. A veces esas historias se expresan gráficamente o matemáticamente. De hecho, Solbes y Tarín (2008) realizan un estudio en el que se ve cómo el conocimiento de la historia de un concepto como el de energía sirve para que se pueda entender más claramente dicho concepto y otros implicados como el calor, entropía, energía interna, trabajo, etc..

Otra herramienta que se emplea en ciencias son las *analogías* (Iglesias, 2010), por ejemplo los átomos son como sandías y los electrones son las pepitas para explicar el modelo atómico de Thomson, en la teoría cinético molecular el recipiente es la mesa de billar y las moléculas son las bolas en movimiento.

Primero, se establecen diferencias entre lo que el alumno sabe y lo que necesita conocer. Si ya lo sabe desconectará. Ha de presentar en segundo lugar al alumno entidades o “trozos de significado” con los que habrá que pensar para poder explicar algo. Estas entidades se dominan cuando sirven para explicar otros fenómenos. En tercer lugar, el alumno debe reelaborar el conocimiento, continuamente las ideas de los alumnos van evolucionando, los alumnos terminan cuando crean los significados.

A veces es bueno alternar con explicaciones de los alumnos, sino lo hacen en clase con la guía del profesor, es bastante probable que lo hagan en otro momento sin el control de éste.

En cuanto a los términos característicos en las clases de ciencias son la descripción, la definición, explicación, justificación y argumentación. La descripción tiene una parte importante que es la observación, a medida que el alumno esté más dotado de pensamiento científico sabrá discernir entre lo importante y lo de menor importancia ante un fenómeno. En la descripción se atiende al primer objetivo de la ciencia: el análisis que nos indica cómo es una cosa. La definición de un concepto se elabora atendiendo a sus características esenciales o fundamentales. La lógica gustaría decir que la definición esencial se hace por el género y la diferencia específica, p. e. el hombre se definiría desde este punto de vista como *animal* (género) *racional* (diferencia específica) La explicación es una narración con un hilo lógico que relaciona los elementos integrantes para decir por qué es como es esa realidad. Estos conceptos se definen con brevedad pero con toda precisión en el punto 5.2. del capítulo 5 de esta tesis. La justificación es una exposición de razones – procedentes de observaciones experimentales y de los conocimientos propios de la cultura de cada época - de un fenómeno vinculando a la teoría que el alumno conoce. Emplean unos nexos causales como “porque”, “debido a”... La argumentación es una forma de afrontar un problema para el cual no hay respuesta segura, por tanto hay que referir argumentos que el alumno saca de la teoría y los transfiere al problema concreto. En este aspecto, Solbes et al. (2010) llegaron a la conclusión de que los alumnos de secundaria tienen un nivel muy bajo de competencia argumentativa oral, al realizar actividades de debate se observa que los alumnos mejoran en su actitud, en especial los más pasivos.

La resolución de problemas tiene un papel preponderante en las ciencias como ya hemos visto anteriormente, cabe señalar que es importante formar a los profesores en que no se ciñan exclusivamente a los resultados de los problemas que refieren los alumnos, de esta forma en muchas ocasiones estarán calificando exclusivamente su habilidad matemática pero no estarán atendiendo a los conceptos asimilados de la física. Martínez Aznar y Varela Nieto (2009) hicieron una experiencia con futuros profesores analizando un método para resolver problemas, el método se dividía en cinco etapas: análisis cualitativo del problema, emisión de hipótesis, diseño de estrategias de resolución, resolución del problema y análisis de resultados. Esta es una de las formas de ayudar en la formación de los profesores, que repercutirá consiguientemente en el aprendizaje de los alumnos.

#### 4.9.- Conclusiones.

En este capítulo comenzamos hablando de la misión de la ciencia en la ESO, la función de la ciencia en edades tempranas es la alfabetización científica, conocer la cultura científica y la forma de razonar de la ciencia para explicar fenómenos cotidianos de la vida de los alumnos. Sin embargo, la mayoría de profesores responden que se centran en la preparación de los alumnos para cursos superiores. Por tanto se ve como una necesidad la formación del profesorado en didáctica específica (Tribó, 2008), aparte de aprender de psicología y de otras ramas relacionadas con la educación.

Los alumnos se centran en aprender de memoria, si son conceptos es un aprendizaje memorístico y si son procedimientos aprenden “recetas” sin establecer razonamientos ni relaciones. Conciben que la ciencia no tiene ninguna relación con la vida cotidiana pero que el profesor y el libro de texto son los que tienen la verdad y hay que aprenderla. De esta forma tampoco desarrollan estrategias metacognitivas porque no utilizan la razón para sacar conclusiones de lo aprendido.

En consecuencia, proponemos un cambio de objetivo en la enseñanza de la ciencia, no es tanto el profesor sino focalizarnos en el aprendizaje del alumno, no sólo de conceptos sino también de procedimientos y de actitudes. Por tanto, el profesor debería ser eminentemente práctico en las clases y partir de situaciones problemáticas de la vida cotidiana del alumno para que él construya el conocimiento.

Es verdad que el profesor para desarrollar estos contenidos tiene que sistematizar las unidades didácticas, debe partir cada unidad de las ideas previas de los alumnos, esto se convierte en una dificultad porque los alumnos tienen una serie de concepciones alternativas de la realidad que no concuerda con lo que es y con lo que va a explicar el profesor, destacan como veremos en el capítulo 7 la confusión entre temperatura y calor, la concepción errónea de un cambio de estado, la idea de que la materia es continua...

Por tanto, al detectar las ideas previas estamos realizando una evaluación, es necesario no sólo que el profesor cambie el foco de atención sino que también transforme el proceso de evaluación en un proceso continuo que le mueve el interés de que el alumno aprenda.

Para que el alumno aprenda debe construir el conocimiento, de esta forma el alumno no debe ser un mueble, la metodología aplicada en clase debe fomentar la acti-

tud activa del estudiante. Existen muchas metodologías, la más empleada es la tradicional que es la que aplicaremos en el grupo control, otras existentes que iremos aplicando en la investigación será en el grupo cooperativo la enseñanza por medio del conflicto cognitivo –mostrar que sus concepciones no son válidas a la hora de explicar ciertos fenómenos y que existen otras mucho más robustas- y del aprendizaje por descubrimiento –darse cuenta de cuál es el saber más correcto al intentar dar explicación de los fenómenos-.

Para todo esto el profesor se puede servir de la ayuda de un material: el libro de texto que no hay que dar por supuesto que va a ser válido para el alumno sino que habrá que testarlo viendo una serie de parámetros, los trabajos prácticos que se pueden realizar de muy diversas maneras y con diferentes niveles para que el alumno no sólo tenga que aplicar un proceso sino que tenga que pensar siguiendo el método científico, los problemas que no son sólo cuantitativos sino también cualitativos que hacen que el estudiante no se contente con “recetas” para resolver ciertos problemas sino que asimile el hábito de razonar de forma científica para llegar a una solución.

En consecuencia, el profesor debe focalizar su atención en el aprendizaje de los alumnos, debe hacerles pensar científicamente, debe motivarles para que sigan los pasos del método científico, debe captar las ideas previas y desmontar las concepciones alternativas, con la ayuda de la evaluación y de todos los recursos materiales de los que disponemos. En esta investigación vamos a emplear no sólo una serie de metodologías didácticas sino también una serie de recursos audiovisuales para ver si modificamos el resultado del aprendizaje de los alumnos, además de si ayudamos a que tengan un aprendizaje menos memorístico y más significativo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO DÍAZ, J. (2008) El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*(Cádiz). 5 (2) 134-169.
- ALIBERAS, J. (1989) *Didáctica de les ciencies. Perspectives actuals*. Vic: eumo.

- ANDERSSON, B. (1979) Some aspects of children's understanding of boiling point. Proceedings of an international seminar on cognitive development research in science and mathematics. Leeds: Universidad de Leeds.
- AULT, C.(1982) Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. *Journal of geological education (New York)* 30, 304-309.
- AUSUBEL, D.P. (1973) *La educación y la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El ateneo.
- BAKEMAN, R. y GOTTMAN, J.M. (1989) *Observación de la interacción: introducción al análisis secuencial*. Madrid: Morata.
- BARBETTA,M.G.; LORIA, A.; MASCELLANI, V. y MICHELINI, M. (1985) *An investigation on students' frameworks about motion and the concepts of force and energy*. En AIKENHEAD, G. Renegotiating the culture of school science. London: open university press.
- BEN-ZVI, A. (1990) Macro-micro relationships: a key to the world of chemistry. *Actas del seminario Relating macroscopic phenomena to microscopic particles*. 183-197. Utrecht.
- BLACK, R, y LUCAS, A. (ed.1993): *Children's Informal Ideas in Science*. London: Routledge.
- CAAMAÑO, A.(1992) Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de innovación educativa (Barcelona)* 9, 61-68.
- CABALLER, M.J. y OÑORBE, A. (1997) *Resolución de problemas y actividades de laboratorio*. En CARMEN, L. (coord) La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria.(107-132) Barcelona: ICE-Horsori.
- CALATAYUD, M.L., GIL, D. y GIMENO, J.V. (1992) Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado(Valladolid)*, 14, 71-81.
- CAMPANARIO, J.M. (2000) El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 369-380.
- CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias* 17 (2), 179-192.

- CAÑAL, P. (2000) El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (209-238) Ed. Marfil. Alcoy.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias(Barcelona)*, 3, 113-120. En CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)* 17 (2), 179-192.
- CEBERIO, M.; GUIASOLA, J. y ALMUDÍ, J.M. (2008) ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de física y qué resultados alcanzan? *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)*, 2008, 26 (3), 419-430.
- CHEVALLARD, Y. (1985) *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enigné*. Grenoble: La pensee sauvage.
- CLAXTON, G. (1991) *Educating curious minds*. Madrid: A. Machado libros.
- CLOUGH, E. y DRIVER, R. (1985) *Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together personal and scientific views*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- COLL, C.; MARTÍN, E. y ONRUBIA, J. (2001) *La evaluación del aprendizaje escolar: dimensiones psicológicas, pedagógicas y sociales*. En COLL, C.; PALACIOS, J. y MARCHESE, A. Desarrollo psicológico y educación, 549-572. Madrid: alianza.
- COSGROVE, M. y OSBORNE, R. (1981) *Physical change*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- DEL CARMEN, L. (1997) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- (2000) *Los trabajos prácticos*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (267-288) Ed. Marfil. Alcoy.
- DOW, W.; AULD, J. y WILSON, D. (1978) *Pupils' concepts of gases, liquids and solids*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.

- DRIVER, R. y RUSSELL, T. (1982) *An investigation of the ideas of heat, temperature and change of state of children aged between 8 and 14 years*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; WOOD-ROBINSON, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- DUIT, R. (1991) On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education (Madison, WI)* 75(6), 649-672.
- DWECK, C. (1986) Motivational processes affecting learning. *American psychologist (Washington)*, 41, 1040-8.
- FERNÁNDEZ NISTAL, M.T.; TUSE, A.; PÉREZ IBARRA, R. y LEYVA, A. (2009) Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 27(2) 287-298.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, J., (2010) *¿Cómo se hace la ciencia? Y ¿Cómo se comportan los científicos?*. En MACEIRAS, M. y MÉNDEZ, L., Ciencia e investigación en la sociedad actual. (18-19) Salamanca: San Esteban.
- FERRIERE, FURIÓ, C., VILCHES, A., GUISASOLA, J. y ROMO, V. (2001) Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*. 19 (3), 365-376.
- GALACHE, I. y PÉREZ, P. (1998) Análisis de libros de texto: un recurso didáctico. *Didáctica de las ciencias y transversalidad (Málaga)* 267-273.
- GARCÍA HOZ, V. (coord.) (1992) *Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Rialp.
- GELI, A.M. (2000) *La evaluación de los procesos y de los resultados de la enseñanza de las ciencias*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (187-206) Alcoy: Marfil.



- GONZALES, I. y ZARAGOZA, G. (1985) Siglo y medio de libros de texto. *Cuadernos de pedagogía (Barcelona)* 122, 4-6.
- GOWIN, D. y NOVAK, J.D. (1988) *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- HEWSON, P.W.(1981) *A conceptual change approach to learning science*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- HODSON, D. (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)* 12 (3), 299-313.
- HOLDING, B. (1987) *Investigation of schoolchildren's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomistic ideas*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- IGLESIAS, F. (2010) Analogías utilizadas habitualmente en la enseñanza de química básica en la E.S.O. *Alambique (Barcelona)*, 64, 86-98.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1996) *Dubidar para aprender*. Vigo: Xerais.
- \_\_\_\_\_(2000) *Modelos didácticos*, En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (165-186) Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ VALLADARES, J.D. (2000) *El análisis de los libros de texto*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (307-322) Alcoy: Marfil..
- JIMÉNEZ, M.P. y SANMARTÍ, N. (1997) *¿Qué ciencia enseñar? Objetivos y contenidos en la educación secundaria*. En del CARMEN, L. (coord.) La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria (17-46) Barcelona: Horsori.
- JORBA, J. y SANMARTÍ, N.(1996) *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.
- JOYCE, B. y WEIL, M. (1978) *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya.
- LEBOUTET-BARRELL, L. (1976) Concepts of mechanics among young people. *Phys. Educ.(Arizona, EEUU)* 11 (7), 462-465
- LUNETTA, V.N.(1998) *The school science laboratory: historical perspectives and context for contemporary teaching*. En HOFSTEIN, A. (2004) The laboratory in chemistry educa-

tion: thirty years of experience with developments, implementation and research. Chemistry education: research and practice (Ioanina, Grecia) 5 (3), 247-264.

MARTÍN DEL POZO, R. (1995) El conocimiento escolar y profesional sobre el cambio químico en el diseño curricular investigando nuestro mundo. *Investigación en la escuela (Sevilla)*, 27, 39-48.

MARTÍNEZ AZNAR, M.M. y VARELA NIETO, M.P. (2009) La resolución de problemas de energía en la formación inicial. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 27(3), 343-360.

MARTÍNEZ, MORENO, A. (2007) *Competencia para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.

MCCOMAS, W. F., CLOUGH, M. P. y ALMAZROA, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education (Waukesha WI)*, 7(6), 511-532.

MELLADO, V. y GONZÁLEZ, T. (2000) *La formación inicial del profesorado de ciencias*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales (535-556) Alcoy: Marfil.

MORENO, J.M. y CUADRA, E. (2005) *Nueva agenda para secundaria BM*. En VAILLANT, D. Formación de profesores de educación secundaria: realidades y discursos. Revista de educación (Madrid) 350, 105-122.

NIEDA, J., CAÑAS, A. y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2004) *Actividades para evaluar ciencias en secundaria*. Madrid: A. Machado.

NOVAK, J.D. y GOWIN, B.D. (1984) *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

NOVICK, S. y NUSSBAUM, J. (1981) *Junior high school pupils' understanding of the particulare nature of matter. An interview study*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.

NÚÑEZ, F., BANET, E. y CORDÓN, R. (2009) Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 2009, 27(3), 447-462.

OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1996) *Explaining science in the classroom*. En FAGÚNDEZ, T. y CASTELLS, M. (2009) La enseñanza universita-

ria de la física: los objetos materiales y la construcción de significados científicos. Revista electrónica “Actualidades investigativas en educación” (Costa Rica) 9 (2), 1-27.

OÑORBE, A. (1989) Solo ante el problema. *Cuadernos de pedagogía*(Barcelona) 175, 99, 12-15.

ORTEGA Y GASSET, J. (1986), *La rebelión de las masas*. Madrid: Espasa – Calpe.

PERALES, F.J. (coord.) (2000) *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.

PIAGET, J. (1970) *La epistemología genética*. París: PUF. (Trad. Cast. Redondo, Barcelona)

POSNER, F.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982) Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education* (Waukesha WI). 66(2), 211-227

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

RÁBADE, S. (1994), *La razón y lo irracional*. Madrid: Complutense.

ROWELL, J.A. y DAWSON, C.J.(1983) *Laboratory counter examples and the growth of understanding in science*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.

SANDS, M.K. y HULL, R. (1985) *Teaching science*. Nottingham: McMillan education.

SANMARTÍ, N. (2000) *El diseño de unidades didácticas*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales (239-266) Alcoy: Marfil.

\_\_\_\_\_(2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (1997) Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela* (Sevilla) 32, 51-62.

SAURA LLAMAS, O. y PRO BUENO, A. (2000) *La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento físico*. En PERALES PALACIOS, F. J. CAÑAL DE LEÓN, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (389-420) Ed. Marfil. Alcoy

SERÉ, M.G. (1982) *A study of some frameworks of the field of mechanics, used by children when they interpret experiments about air pressure*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.

- SERÉ, M.G. (1985) *Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- SEVILLANO GARCÍA, M.L. (2007) *La evaluación de los procesos y productos tecnológico-didácticos*. En ORTEGA, J.A. y SEVILLANO GARCÍA, M.L. Nuevas tecnologías para la educación en la era digital. (367-384) Madrid: pirámide.
- SHAYER, M. y ADEY, PH. (1984) *La ciencia de enseñar ciencias*. Madrid: Narcea.
- SMITH, D. y NEALE, D. (1991) The construction of subject-matter knowledge in primary science teaching. En BROPHY, J. Advances in research on teaching. Stamford: jai press.
- SOLBES, J. y TARÍN, F. (2008) Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales (Valencia)*, 22. 2008, 155-180.
- SOLBES, J.; RUIZ, J.J. y FURIÓ, C. (2010) Debates y argumentación en clases de física y química. *Alambique (Barcelona)*, 63, 65-75.
- STAVY, R. (1990) Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. En TRINIDAD-VELASCO, R. y GARRITZ, A. Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química (Mexico)* 14 (2), 92-105.
- STAVY, R. y BERKOVITZ, B. (1980) Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science education (Washekusa WI)* 64 (5), 679-692.
- STAVY, R. y STACHEL, D. (1984). Children's ideas about 'solid' and 'liquid'. *Tel Aviv: Israeli Science Teaching Centre, School of Education*.
- TAMIR, P. (1985) Content analysis focusing on inquiries. *Journal of Curriculum Studies (London)*, 17 (1), 87-94.
- \_\_\_\_ (1989) *Training teachers to teach effectively in the laboratory*. Washekusa WI: Science Education.
- \_\_\_\_ (1998) Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes. En FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. International handbook of science education. London: Kluwer academic publishers.

TAMIR, P. y GARCÍA ROVIRA, P. (1992) Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las ciencias*(Barcelona) 10 (1), 3-12.

TÉBAR GARCÍA, P. (1988) *Las ciencias naturales y físico-químicas en la educación básica*. Alcoy: Marfil.

TRIBÓ TRAVERÍA, G. (2008) El nuevo perfil profesional de los profesores de secundaria. *Educación XXI (Madrid)*. 11, 2008, 183-209.

ZABALA, A. (1990) *Materiales curriculares*. En MAURI, T. et al. El currículum en el centro educativo. 125-167. Barcelona: horsori.

### **WEBGRAFÍA**

DECRETO 23/2007 (2007) [http://www.madrid.org/dat\\_capital/loe/loe.htm](http://www.madrid.org/dat_capital/loe/loe.htm)

LOE (2006) [http://www.madrid.org/dat\\_capital/loe/loe.htm](http://www.madrid.org/dat_capital/loe/loe.htm)

## **Capítulo 5: LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

### **C O N T E N I D O:**

#### **5.1.- La ciencia y el método científico: características y estructura.**

5.1.1.- Definición del método científico

5.1.2.- Características del método científico

5.1.3.- Estructura del método científico

#### **5.2.- La metodología en las ciencias humanas y sociales.**

5.2.1.-Aportaciones a la metodología

5.2.2.- Tipología de métodos

5.2.3.- Paradigmas de la investigación educativa

#### **5.3.- La investigación científica**

5.3.1.- Definición, características y origen

5.3.2.- Contenido y objetivos

5.3.3.- Modalidades de la investigación educativa

#### **5.4.- Fases de la investigación**

5.4.1.- Primera fase: el planteamiento

5.4.1.1.- El problema a investigar

5.4.1.2.- Los objetivos de la tesis

5.4.1.3.- Las variables procedimentales

5.4.1.4.- Delimitación de la investigación

5.4.2.- Segunda fase: técnicas de recogida de información

5.4.3.- Tercera fase: tabulación, interpretación y análisis

5.4.4.- Conclusiones

## **Bibliografía**

## **Capítulo 5: LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

### **5.1.- La ciencia y el método científico, características y estructura.**

El término método, en términos muy amplios, se refiere a las formas y modalidades de realizar una actividad, es decir, el método se orienta hacia los procedimientos, mediante los que se elabora o modifica o se actúa sobre una realidad. Al definir la ciencia en el sentido moderno, se ha hecho en los términos de conjunto de conocimientos sobre la realidad observable, obtenidos por un determinado procedimiento que hemos convenido en denominar método científico.

El método científico es en consecuencia un procedimiento, es decir, un conjunto de reglas o normas que dirigen la actividad humana en la persecución de la verdad, mediante una secuencia de fases sucesivas y lógicamente concatenadas. A estos procedimientos se les denomina científicos atendiendo a dos tipos de argumentaciones. Por su origen, el método científico surge, se perfecciona y se desarrolla en el ámbito de las ciencias duras, consideradas más específicamente como ciencias, en su sentido más total. Me refiero al estudio de la Física, de la Química, de la Biología, de la Geología y de las Ciencias de la Naturaleza en general, donde tiene lugar la aplicación primera de este conjunto de reglas para alcanzar un conocimiento riguroso de la realidad.

Nace, pues, el método científico con una orientación muy definida: de la mano de los iniciadores de la Revolución Científica del siglo XVII se considera como un método específico para la investigación, es decir, para hacer avanzar el conocimiento que poseemos de la realidad. El grado de eficiencia demostrada a lo largo de los tres últimos siglos avalan estos procedimientos, denominados método científico, como el método específico de investigación, lo cual explica la importancia del procedimiento en la cien-



cia moderna, puesto que su carácter científico no proviene tanto de su objeto cuanto del método con que se tratan los datos e ideas que se incluyen en su ámbito de estudio. Como se ha podido reconocer, “*no son los hechos mismos los que constituyen la ciencia, sino el método con que se los trata*” (Pearson, 1971:12).

### **5.1.1.- Definición del método científico.**

En las páginas siguientes iremos desgranando algunas de las dimensiones más relevantes del método científico. A fin de hacer claridad desde el comienzo, vamos a ofrecer una breve descripción del método científico en cuanto un procedimiento de actuación para la producción del conocimiento científico. Como todo procedimiento se concretará en un conjunto de trámites, fases o etapas, desde cuya descripción, que comprenderá tanto las etapas a seguir como las normas que han de cumplirse a lo largo del procedimiento. Desde el punto de vista de la descripción del método científico se afirman al menos cuatro cuestiones de especial relevancia para la investigación, relacionadas con el método científico:

1º) El método científico permite “*formular cuestiones problemáticas*” sobre la realidad del mundo, del hombre y de su obra. 2º) Tal formulación de problemas surge de dos fuentes principales: de la experiencia u observación de la realidad y del estudio de las teorías o planteamientos precedentes, que sean racionales y sistematicen las ideas sobre la realidad de que se trata. 3º) Mediante los procedimientos científicos ha de ser posible elaborar hipótesis verosímiles, que puedan ser verificadas o falsadas, es decir, contrastadas sobre la realidad problemática existente. 4) Por último esta verificación o falsación ha de poder llevarse a cabo mediante la experiencia y la observación de los hechos, su clasificación, interpretación y análisis (Sierra, 1979: 20).

*5.1.1.1.- Concreción del metodólogo Mario Bunge.* En su obra *La investigación científica*, Mario Bunge especifica las ocho operaciones que siguen como las dimensiones esenciales del método científico: 1) enunciado de cuestiones formuladas correctamente; 2) formular hipótesis verosímiles y contrastables por la experiencia; 3) derivar de tales conjeturas las consecuencias lógicas pertinentes; 4) determinar las técnicas para recoger la información útil y necesaria que sirva para verificar o falsar las hipótesis propuestas; 5) verificar la validez de las técnicas para recoger la información perseguida en la investigación; 6) contrastar las hipótesis con dicha información; 7) hacer la corres-

pondiente estimación de la veracidad de las conjeturas y 8) por último determinar la validez de las conjeturas, su grado de generalidad y formular nuevos problemas (Bunge, 1972: 35 - 36).

Este despliegue operativo se sintetizaría en la fórmula popperiana del método científico, que ofrece Bryan Magee <sup>1</sup> (Popper, 1973: 27), que se centra decisivamente en la percepción, valoración y formulación del problema que constituye el asunto a criticar, clarificar o solucionar, en la investigación científica.

5.1.1.2.- *Planteamiento del profesor Joaquín Fernández* (2010: 18-19). El conocimiento que recabe el reconocimiento de científico se obtiene por unos específicos procedimientos que el autor denomina el *método hipotético-deductivo*. Fuera de este cauce pueden obtenerse conocimientos perfectamente válidos, pero que al no seguir los procedimientos de la ciencia no se consideran científicos aunque tengan plena validez para orientar las conductas de los seres humanos, que es el escenario en donde se encuentran unos y otros tipos de conocimiento. “*La ciencia es por definición un conjunto sistematizado de conocimientos provisionales, obtenidos utilizando el método hipotético-deductivo, contrastando sus hipótesis, mediante la falsación de las mismas, que han sido hechos públicos y posteriormente sometidos a consenso por la comunidad científica*”. Dentro de este marco científico se pueden establecer, según el autor, tres tipos de conocimiento, que pueden agruparse en torno a los siguientes epígrafes: conocimientos de la ciencia básica, cuyo contenido explica “los fenómenos de la naturaleza porque la propia ciencia los demanda para conocer mejor”; los conocimientos de la ciencia aplicada tienen por objeto “resolver problemas sociales y económicos en general o empresariales en particular”; y los conocimientos del desarrollo tecnológico, “que pretenden resolver los grandes retos de la producción de bienes y servicios”. No cabe duda que los conocimientos de la ciencia básica, como su misma denominación revela, son imprescindibles para la ciencia aplicada y para el desarrollo tecnológico, de modo que “sin ciencia básica no es posible la ciencia aplicada y sin esta última no hay desarrollo tecnológico”, sin embargo los “tres tipos de conocimiento viven en completa armonía” o mejor todavía “existe una *simbiosis* entre las tres formas de conocimiento científico. Pero, como veremos, las tres no comparten las mismas reglas”.

---

<sup>1</sup> Nota: **P1** – **SP** – **EE** – **P2** donde **P1** es el problema con que se inicia la investigación; **SP** es la solución provisional y verosímil, es decir las hipótesis; **EE** es la operación de eliminar errores que se ejecuta con la solución provisional, las hipótesis, mediante la información recogida; **P2** es la situación final resultante en que aparecen nuevos problemas.

### 5.1.2.- Características del método científico.

Sin ánimo de ser exhaustivo, en cuanto a las características más destacadas del método científico habrían de reseñarse las siguientes:

5.1.2.1.- *El carácter dinámico* del método científico y de la ciencia tiene una especial significación por cuanto le confiere un cierto carácter de provisionalidad y de apertura al cambio, que es un rasgo que acompaña inexorablemente a cualquier realidad, por cuyo supuesto convierte las conclusiones científicas en acercamientos provisionales a la verdad, mientras no se demuestre lo contrario, puesto que como escribe Popper (1973: 440): *“ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico”*. Este carácter dinámico de la ciencia y de sus procedimientos se puede identificar con el carácter crítico consustancial a la ciencia, por cuanto el método científico y la ciencia han de estar abiertos a su continua revisión crítica desde el planteamiento pasando por todas las fases de la investigación. El argumento básico de este carácter inconcluso de la ciencia se asienta en que la realidad es cambiante, las aproximaciones a la realidad no adquieren solidez dogmática alguna y en consecuencia los productos de la ciencia son siempre provisionales. Para Weber el carácter inconcluso de la ciencia es el rasgo esencial de la nueva ciencia, de la ciencia moderna que, por su misma naturaleza es algo siempre inacabado, inconcluso. No se puede entender la ciencia al modo de un cuadro dogmático o cerrado de normas y leyes, de proposiciones y conclusiones, ya que por su misma naturaleza, *“la ciencia moderna se encuentra en estado de flujo, tiende a un objetivo situado en el infinito y renueva incesantemente los interrogantes formulados a la naturaleza (...) el conocimiento es una conquista que jamás alcanza su objetivo. La ciencia es el devenir de la ciencia (...) en el caso de las ciencias de la realidad humana (...) el conocimiento esta subordinado a los interrogantes que el sabio formula a la realidad”*. Teniendo en cuenta la circunstancia del incesante cambio y renovación de la realidad, a cuyo devenir acompaña asimismo la curiosidad del sabio, resulta imposible comprender las ciencias humanas y sociales como algo acabado (Aron, 1970: 241-242).

5.1.2.2.- *Carácter empírico*. Afirmar que el método científico es empírico significa que la experiencia o el experimento es la fuente de información privilegiada para el

planteamiento de los problemas, para la elaboración y verificación de sus conjeturas verosímiles y para la inferencia de las conclusiones.

El término empírico en el ámbito de las ciencias sociales se ha empleado de modo relevante en su acepción gnoseológica, que significa atribuir la validez de todo conocimiento a la experiencia. En este sentido lo usa Popper en *La lógica de la investigación científica* cuando define el método empírico como “*el procedimiento de exponer a falsificación o refutación el sistema de proposiciones*” (Campo, 1975: vol.I, 169). El acceso a esta experiencia externa ha de hacerse siguiendo los procedimientos de la observación ordenada, sistemática y controlada sobre la realidad objeto de la investigación.

5.1.2.3.- *Carácter inductivo / deductivo.* El método científico es a la vez inductivo y deductivo. Inductivo en cuanto que procede de los datos de la experiencia, obtenidos mediante la observación sistemática y controlada. De este modo accede a la determinación de las regularidades de los fenómenos observados. Se puede a su vez decir también que el método científico es deductivo en cuanto que, de otras teorías más generales, infiere proposiciones, conceptos, enunciados e hipótesis más particulares.

La inducción y la deducción en la ciencia no se oponen entre sí, sino que están estrechamente vinculadas, pues como dice M. Cohen (1965: 169) “*la inducción y la deducción no son términos antitéticos en el reino de la lógica formal*”<sup>1</sup>. Sin embargo, “*la inducción sólo da lugar inmediatamente a datos sobre la realidad. Pero el relacionar estos datos, establecer conceptos y enunciados con base en ellos y sacar conclusiones de todo género es en gran parte obra deductiva*” (Sierra, 1991: 32).

5.1.2.4.- *La racionalidad científica en Max Weber.* La racionalidad es la dimensión básica de la ciencia moderna y del método científico. En líneas generales la racionalidad se identifica en cierto sentido con el rasgo ‘lógico’ al que se refieren algunos autores. La racionalidad es la característica fundamental del método científico, pues se dice, “*el conocimiento científico racionaliza la experiencia en lugar de limitarse a describirla; la ciencia da cuenta de los hechos, no inventariándolos, sino explicándolos por medio de hipótesis (en particular, enunciados de leyes) y sistemas de hipótesis (teorías)*” (Bunge, 1963: 22).

a) Para Max Weber la racionalidad de la acción del científico se apoya en el proceso mismo de la investigación científica, que ha de llevarse a cabo siguiendo unas re-

glas y procedimientos establecidos y necesarios para alcanzar unos resultados válidos. En este marco la acción del científico, en cuanto tal, es una combinación de los dos primeros tipos de acción social, la acción racional respecto de un fin y la acción racional respecto de un valor:

*“La acción social, como toda acción, puede ser: 1) racional con arreglo a fines: determinada por expectativas en el comportamiento tanto de objetos del mundo exterior como de otros hombres, y utilizando esas expectativas como "condiciones" o "medios" para el logro de fines propios racionalmente sopesados y perseguidos. 2) racional con arreglo a valores: determinada por la creencia consciente en el valor - ético, estético, religioso o de cualquier otra forma como se le interprete - propio y absoluto de una determinada conducta, sin relación alguna con el resultado, o sea puramente en méritos de ese valor. 3) afectiva, especialmente emotiva, determinada por afectos y estados sentimentales actuales, y 4) tradicional: determinada por una costumbre arraigada”* (Weber, 1964: 19).

b) Asimismo, para Weber, *“la ciencia es un aspecto del proceso de racionalización característico de las sociedades occidentales modernas”* que se introduce en Europa desde la Ilustración y que conocemos con el nombre de la modernidad. Max Weber se adhiere al concepto de ciencia moderno y a su esquema metodológico, puesto en marcha por la revolución científica del siglo XVII y que en el XIX invadía todo el espacio científico. Para el autor lo que puede denominarse como ciencia es la ciencia positiva y racional y ésta es, a su vez, parte integrante de los magnos procesos de racionalización, mencionados con anterioridad. La ciencia moderna se caracteriza por dos rasgos específicos: es esencialmente inconclusa, como hemos mencionado anteriormente, lo que nos releva de volver sobre ello y es objetiva (Aron, 1970: 240).

c) El carácter objetivo de la ciencia para Weber significa que ésta se orienta hacia la validez universal y en consecuencia se trata de una acción racional, una conducta cuyo objetivo es alcanzar juicios de hechos universalmente válidos. Cuando se trata de las ciencias de la naturaleza el asunto no ofrece dificultades insolubles ya que el científico, mediante los procedimientos metodológicos, trata de verter en fórmulas matemáticas la necesaria regularidad de las leyes físicas, de las leyes de la naturaleza. El asunto se plantea en términos más complicados cuando se trata de formular tales juicios universalmente válidos en los ámbitos de la realidad definida como creaciones de

valores. Max Weber ha tratado el problema de la independencia de la ciencia respecto del valor con más calor y fuerza dentro del campo de la sociología, pero su diagnóstico es igualmente válido en el campo de las ciencias sociales y de las humanidades.

Max Weber hace una acertada precisión cuando afirma que el sabio no puede usar su autoridad como científico para imponer una serie de puntos de vista personales, como lo hace en cambio el político. En ese caso, se daría una indebida traslación de la autoridad, que se le presupone como científico, para apoyar una serie de convicciones sobre las cuales no tiene autoridad, ya que ésta solo le es propia en aquella rama de la ciencia, donde es especialista. Como bien afirmó Weber, no hay especialidad alguna en profesiones profesionales.

El equilibrio con que el autor trató este asunto, la posición de sumo respeto a los demás y al mismo tiempo de libertad que propugna ha sido causa de múltiples ataques, sobre todo de aquellos más comprometidos con determinadas ideologías o filosofías totalizadoras. Según Tom Campbell (1992: 200), cuando Weber afirmaba que la Sociología debía estar *“libre de valor”*, estaba afirmando *“que aquellos, que ocupan puestos académicos, deberían separar sus valoraciones personales de sus declaraciones científicas, ya que tales juicios de valor no pueden deducirse lógicamente de los hechos que son empíricamente observables”*.

d) Weber admite la dificultad y complejidad de la cuestión de estar libre de valores las ciencias humanas y sociales: d.1) Sin embargo en el *nivel de la investigación* debe privar la neutralidad axiológica, por cuanto el científico al estudiar la realidad social, ha de acercarse al problema humano o social, tal como los interesados lo perciben o son sus realizadores. Pero esto exige independencia de valores, ya que ningún punto de vista puede previamente ser considerado como total y absolutamente acertado y ninguno como total y absolutamente equivocado. Analizando el pensamiento de Weber, Campbell (1992: 202) considera que *“esa dificultad puede superarse si se tiene cuidado y se resisten las tentaciones de maldad científica”*. d.2) En cuanto a las valoraciones implicadas en la elección del fenómeno a estudiar, Weber *“cree que aquí no existe un problema real, ya que tales valoraciones tienen que hacerse antes de comenzar la investigación científica y se encuentran, por tanto, bastante apartadas de la investigación. Aunque piensa que es importante que estas valoraciones anteriores se aclaren y se separen del estudio en sí”*. d.3) Por último, la tercera dificultad es específica de las ciencias sociales y humanísticas, que se orientan a la comprensión de sus objetos y para

la comprensión se requiere entrar en la personalidad de los actores sociales, es decir, la explicación de la conducta humana y social exige comprender de manera empática la conducta de los otros. Tal circunstancia es obviamente entendida por Weber como un peligro para la neutralidad valorativa de estos saberes, sin embargo *“sostiene que es posible entrar en los pensamientos y sentimientos del otro sin aceptarlos”*.

5.1.2.5.- *La predicción en la ciencia.* La racionalidad del método científico se relaciona asimismo con la predictividad de la ciencia, que fuerza a que el método sea asimismo predictivo: *“El conocimiento científico, sin posibilidad de predecir, desaparecería. Precisamente por no limitarse a describir, sino a racionalizar la experiencia, el conocimiento científico indaga en la logicidad de los hechos y las leyes que los rigen para, de este modo, poder inferir cómo han de comportarse en el futuro esos mismos hechos”* (Vázquez y Ortega, 1976: 28). Teniendo en cuenta que la predicción del conocimiento científico no es plena, sino hecha en términos de probabilidad, nos encontramos con una de las cuestiones controvertidas del método científico ya que para algunos (Reichenbach, 1965: 97), el conocimiento científico es resultado de una inferencia inductiva, puesto que *“una afirmación de probabilidad sólo tiene sentido si se rige por el principio de inducción”*. A tal conclusión se opone Popper (1973: 27) que entiende como inválida la inferencia de proposiciones universales a partir de enunciados singulares, por mucha acumulación de singulares que se produzca, pues la conclusión a que se arribe siempre puede ser falsa, ya que nunca es posible la exhaustividad de los enunciados particulares.

### 5.1.3.- Estructura del método científico.

Luis González Seara (1971: 300) escribió hace tiempo que *“el método científico parte de unas teorías y de unos hechos, y luego procede de una forma peculiar, utilizando una serie de elementos”* que son previos al método, forman parte del contenido de la ciencia y de los cuales han de servirse los resultados logrados por la aplicación de los procedimientos de la investigación científica. Estos elementos pueden reducirse a los que siguen: conceptos, hipótesis, leyes y teorías.

5.1.3.1.- *Los conceptos.* El término concepto (conceptum, concipio, -is, concipere, concebir) en su sentido usual, como se afirma en el Diccionario Ideológico de la



Lengua Española de Julio Casares, es la *“idea que concibe el pensamiento. Expresión de un pensamiento por medio de la palabra”*.

Teniendo en cuenta que la ciencia no se construye con los hechos sino con las ideas, no son los hechos el dato primario de la ciencia, sino el conjunto de conceptos, es obvio que su operatividad y el progreso científico dependen en gran medida de los progresos simbólicos en el área lingüística específica de esa rama del saber. De ahí la importancia de los conceptos en el desarrollo científico y la necesidad de un previo esfuerzo de delimitación del significado de los conceptos y términos mas usuales en el discurso científico. Un concepto *“es una construcción mental abstracta referida a una clase de fenómenos, personas, procesos, relaciones e ideas, o algún aspecto que posean en común esas diversas clases”* (Vázquez y Ortega, 1976: 29).

La importancia del aparato conceptual en la ciencia es de tal envergadura que el mismo progreso científico vendrá condicionado por los recursos conceptuales de que dispone ese saber, por el rigor con que esa área del conocimiento ha definido los términos y los conceptos de uso más frecuente en el área de conocimiento que le es propia. Desde este presupuesto se impone, como elemental exigencia de claridad conceptual, diferenciar claramente los hechos - la compleja urdimbre de fenómenos de la realidad, la armazón de los fenómenos - de los conceptos que los representan que son el resultado de procesos de abstracción mental, mediante los cuales elaboramos un significante de la realidad, que obviamente existe con independencia de la representación mental que hayamos elaborado.

El lenguaje usual y ordinario es especialmente equívoco y ambiguo – el mismo significante puede representar diferentes realidades o hechos -, en cambio, el rasgo que caracteriza al lenguaje científico es el rigor, *“precisamente por basarse este tipo de lenguaje en retener únicamente la dimensión descriptiva y cognitiva de la comunicación y prescindir de los niveles emotivos”* (Aranguren, 1967: 49). Para lograr el adecuado nivel de claridad y rigor los autores suelen proponer diferentes procedimientos, que pueden sintetizarse en dos principales: la definición operativa y una serie de reglas que ayudan a precisar el significado del lenguaje.

En cuanto al conjunto de reglas útiles para la tarea de precisar el significado del lenguaje, son de interés las aportaciones de Goode y Hatt (1952: 49-51) que se resumen en las propuestas siguientes:

- 1ª) analizar desde diferentes puntos de vista el significado o los significados de los conceptos fundamentales que integran el estudio;



- 2ª) revisar en las fuentes documentales los diferentes usos y significados que dicho concepto ha gestionado en los diferentes contextos científicos y culturales, de investigación o divulgación, en que se haya empleado;
- 3ª) establecer la relación conceptual entre el hecho significado, objeto de estudio, y otros afines, con el concepto o significante que se va a usar;
- 4ª) precisar el grado de generalización del concepto.

Otros autores se inclinan preferentemente por la definición operativa del concepto que *“consiste en pasar a descomponerlo en sus dimensiones medibles, especificando los ‘indicadores’ observables para cada una de ellas. Supone, por tanto, poner en relación lógica el concepto inicial con los datos observables a que puede referirse y construir un supuesto o hipótesis que nos sirva de guía para entender lo que ocurre en la realidad”* (Almarcha y de Miguel, 1969: 24-25).

5.1.3.2.- *Significado y características de las hipótesis.* El término hipótesis deriva de dos términos griegos (Τησεισ, lo que se pone e Ηιπο que significa debajo de). La hipótesis es una ‘sub-posición’, es decir, una suposición de la que se parte en la inquisición explicativa de algo.

*En cuanto al significado de las hipótesis,* los autores dan diferentes descripciones de las hipótesis, p.e., en el Webster’s International Dictionary of the English Language (1956) se describe la hipótesis como *“una proposición, condición o principio que se supone, sin certeza, con el fin de derivar sus consecuencias lógicas y, por este método, probar su concordancia con hechos conocidos o que pueden determinarse”*. Con un sentido semejante se dice que una hipótesis es *“una pregunta metodológica a la cual el científico intenta responder adecuadamente”* o también las hipótesis son *“proposiciones que necesitan confirmación”* (S. del Campo, 1975: Vol. I, 1008 - 1010). En términos más técnicos y en aras de una mayor precisión se pueden definir las hipótesis como *“una relación entre un hecho estructural – una causa, o una variable independiente – y algún otro hecho o fenómeno que se desea conocer o explicar y que se denomina variable dependiente”* (Almarcha y de Miguel, 1969:43).

*Por lo que se refiere a los rasgos específicos de las hipótesis,* en el Diccionario de Ciencias Sociales (S. del Campo, 1962: 264) se enumeran tres características que me parecen de mayor importancia: 1º) Las hipótesis han de ser susceptibles de comprobación o refutación – verificación o falsación – lo cual exige que los términos y conceptos, que entretejen las hipótesis, se puedan traducir a términos comprobables. Como bien

dice Comte las hipótesis pueden definirse como “*una conjetura dudosa pero verosímil, destinada a ser comprobada más tarde*” . Esta verificación es un rasgo esencial de las hipótesis hasta el punto que no es hipótesis si no es susceptible de refutación o comprobación. 2º) Permitir deducciones a partir de ellas, proporcionando respuestas al problema en torno al que surgieron, a fin de proceder a su verificación. En este sentido la hipótesis guía y orienta la investigación hacia los objetivos perseguidos, a través de las sucesivas fases de la investigación, aunque no sirva para esclarecer la temática comprendida en un campo amplio de estudio. La generalización es un requisito esencial de las hipótesis. 3º) La formulación de las hipótesis ha de hacerse en términos claros, simples y precisos. La formulación ha de ser adecuada y coherente con el problema a investigar. Han de ser específicas y que permitan una conexión entre las técnicas de la investigación y la teoría, puesto que son el lazo necesario entre la teoría y la investigación y en ello consiste el mayor mérito de las hipótesis. Como dice Huxley, los que rehúsan ir más allá de los hechos, sólo pocas veces llegan hasta los hechos mismos.

Otros asuntos de interés, que pudieran considerarse en las hipótesis, se refieren a su traducción correcta al mayor número posible de referentes empíricos o indicadores que posibiliten su comprobación. Es obvio que la tipología de las hipótesis – descriptivas y relacionales - puede despertar el interés del investigador. Estos varios asuntos, entre otros, son de cierto interés sobre los que tendré oportunidad de tratar de nuevo al referirme al planteamiento del problema de la investigación.

5.1.3.3.- *Las regularidades de los fenómenos o las leyes científicas.* El modelo científico actual responde al procedimiento metodológico elaborado en el siglo XVII y plenamente vigente en el ámbito de las ciencias físicas y de la naturaleza y que en resumen comprende las siguientes dimensiones: En primer término, la realidad física o natural se explica como un sistema formado por un conjunto de elementos que se relacionan, que realizan un conjunto de funciones en interacción, donde cada cuerpo es definido por el lugar que ocupa en el sistema. Segundo el conocimiento científico es el resultado de un trabajo sistemático y metódico, que siguiendo unas determinadas reglas, normas, es producido por la razón humana. Tercero, el universo físico que nos rodea y envuelve tiene un orden racional y permanente que permite su inteligibilidad. Como dice Montesquieu (1972: 26), “*he examinado a los hombres y me ha parecido que, en medio de la infinita diversidad de leyes y costumbres, no se comportaban solamente según su fantasía*”. De aquí extrae la ciencia moderna su hipótesis fundamental: “*la naturaleza*

*posee unas leyes que se repiten regularmente*” o como se manifestaban en la antigüedad los pitagóricos, el universo está escrito en lenguaje matemático, descubrir esas leyes o regularidades será el objetivo de la ciencia moderna. Por último para alcanzar ese objetivo la ciencia moderna dispone del experimento y de la observación reglada, sistemática y controlada como criterio universal de validez científica. No solo la ciencia física, sino todas las ciencias parten del siguiente supuesto: en la realidad tanto física como humana y social no impera el caos absoluto, sino que se producen regularidades que posibilitan un razonable itinerario a la ciencia, en el proceso de indagación de las mencionadas regularidades o leyes por las que se rigen los fenómenos naturales pero también los humanos y sociales. (Aron, 1970: 34-35)<sup>1</sup>. En esto consiste el objetivo definitivo de la ciencia: descubrir las regularidades que afectan a la realidad que constituimos objeto de estudio. En consecuencia la ley científica encuentra en el ámbito empírico la justificación para su generalización.

*En cuanto a las tipologías de la ley científica* se encuentran variadas y positivas aportaciones. A modo ilustrativo podíamos reseñar algunas de las más divulgadas. 1ª) Morris R. Cohen (Cohen, 1965: 443 – 445) establece tres tipos de leyes: todo hecho general capaz de ser autenticado, las sucesiones empíricas o estadísticas y por último, el enunciado de una relación universal abstracta. Este último tipo cumpliría con todo rigor las exigencias de una ley científica. 2ª) Abraham Kaplan (1964: 104 – 113) establece una clasificación más completa de la ley científica, utilizando como criterio clasificador la forma y el contenido de la ley. Por razón de la forma se identifican las leyes como generalizaciones simples, extensivas, intermedias y teóricas. Por el contenido las leyes son temporales (de intervalo y genéticas) y leyes taxonómicas (estadísticas y causales).

En el ámbito de las ciencias humanas y sociales, a pesar de la gran variedad y de las peculiaridades – principalmente los espacios de la libertad del obrar humano - que

---

<sup>1</sup> Nota: Dentro del marco científico moderno destaca Montesquieu entre los pioneros en acometer la ardua tarea de estudiar la realidad humana y social según el método analítico y positivo, que no se detiene en la mera descripción empírica de los hechos, sino que intenta (la intención sociológica de Montesquieu): 1º organizar la multiplicidad de datos de la realidad social en un número reducido de tipos; 2º demostrar que tal tipología social no depende de la conciencia del individuo, sino que está ligada a la morfología, que permite una primera clasificación de las sociedades: “*es posible organizar la diversidad de las costumbres, los usos y las ideas en un reducido número de tipos*”; 3º bajo esta diversidad descubre un orden susceptible de interpretación racional. Montesquieu entiende que hay una causalidad profunda por debajo de las apariencias que nos permiten hacer ciencia en el campo de la realidad social: “*Más allá del caos de los accidentes, descubrimos causas profundas, que explican la aparente irracionalidad de los hechos*” (Aron, 1970: 34-35).

presenta este ámbito de la realidad (Aron, 1970: 36) <sup>1</sup>, hemos de defender la posibilidad de hacer ciencia en un sentido rigurosamente válido. Ahora bien las generalizaciones en este ámbito no adoptan la forma de leyes sino de tendencias. “*Con independencia del problema de los juicios de valor, que afecta fundamentalmente a las Ciencias Sociales (...) la mayoría de las regularidades y de las ‘leyes’ sociales sólo puede ser formulada en términos de probabilidad o de tendencia*” (González-Seara, 1971: 308).

Estimo de interés la propuesta de Quentin Gibson (1961: 157 – 214) sobre las generalizaciones científicas: 1) *Leyes lineales* o fenómenos que suceden siempre, dadas unas determinadas circunstancias. Este tipo de leyes rara vez se dan en las ciencias humanas y sociales, puesto que en este ámbito de realidad es raro hallar unas regularidades sin excepción alguna. Pero, aunque se dieran tales regularidades en el ámbito de la realidad humana y social, al científico social le resulta imposible establecer tales leyes. 2) *Postulados de oportunidad* se refieren a las oportunidades para que algo suceda en presencia de determinadas circunstancias. Estos postulados encuentran su fundamento en la observación de la realidad, aunque sólo puede ser usado en un marco probabilístico que, por definición, no ofrece certezas, lo que dificulta el progreso científico. 3) *Postulados tendenciales* o fenómenos que se dan siempre, dadas unas circunstancias y siempre que estén ausentes ciertos impedimentos. Este el tipo de leyes científicas propias de los ámbitos humanos y sociales.

En aras del rigor científico, es preciso subrayar que, como asegura Popper (1973:143), “*las leyes y tendencias son cosas radicalmente diferentes*”. Sin embargo el recurso a los postulados de tendencias es de validez científica puesto que las tendencias conservan la forma de ley, reconociendo al propio tiempo que en ciertas circunstancias no funcionan como tales leyes. Sin embargo, es necesario advertir que los postulados de tendencias, independientemente usados, tienen escaso valor. Su valor se acrecienta, sin embargo, cuando se engarzan en una teoría (Vázquez y Ortega, 1976: 34 – 35).

---

<sup>1</sup> Nota: Para Montesquieu, a pesar de la gran diversidad observada en las costumbres, los usos y las ideas, sin embargo se puede elaborar una explicación científica de dos modos: 1) por una parte remontándonos a las causas profundas responsables de las leyes particulares; 2) de otra deduciendo tipos que constituyen un nivel intermedio entre la diversidad incoherente y un esquema de validez universal: “*Hacemos inteligible el devenir, cuando aprehendemos las causas profundas que determinaron el sesgo general de los hechos. Hacemos inteligible la diversidad cuando la organizamos dentro de un reducido número de tipos o conceptos*”.

5.1.3.4.- *Las teorías: definición, elementos y tipología.* Del modo cómo los conceptos y la verificación de las hipótesis, en el contexto metodológico de la ciencia, se orientan a la formulación de las leyes y tendencias, estos postulados encuentran su sentido pleno en su articulación con las teorías. *En cuanto al significado del término teoría*, en un lenguaje bastante usual, una teoría puede entenderse como una filosofía, estando en consecuencia tan alejada de la práctica como de la acción y previsión propias de la ciencia. En este marco conceptual la teoría vendría a significar un conocimiento especulativo, considerado con independencia de toda aplicación práctica. Esta concepción dinámica suele denominarse a menudo meditación o especulación. Es el pensamiento de Ortega y Gasset que describe la teoría como una fase de la vida en que el hombre, mediante el esfuerzo, “*se retira a su intimidad para formarse ideas sobre las cosas y su posible dominación*”. Esto es “*el ensimismamiento, la vida contemplativa (...) el θεωρητικὸς βίος ..., la teoría*” (Ortega y Gasset, 1939: 29). Más allá del enfoque vitalista de Ortega, puede afirmarse que la teoría ha de entenderse como una forma de comprensión de la realidad, que es fruto de una actividad mental racional, desprovista en lo posible de elementos emocionales, místicos o caóticos, es decir, la teoría puede entenderse como un sistema coherente de proposiciones sobre un ámbito de la realidad.

Raymon Aron (1967: 837 – 839) elabora un planteamiento científico más riguroso, cuando afirma que la teoría consiste en “*un sistema hipotético-deductivo, constituido por un conjunto de proposiciones, cuyos términos están rigurosamente definidos y cuyas relaciones entre los términos o variables adoptan con frecuencia una forma matemática*”. Desde esta perspectiva científica entendemos la teoría como un conjunto de proposiciones sistemáticamente relacionadas y coherentes con la realidad objeto de estudio. Este conjunto puede ser útil para la interpretación y crítica de leyes científicas, orientando el impulso hacia configuraciones científicas más generalizables y hacia interpretaciones de nuevos espacios de la realidad. En último término, la finalidad inmediata de la ciencia consiste en la construcción de teorías que nos permitan conocer e interpretar con corrección la realidad a la que se refiere la teoría.

En referencia a los elementos imbricados en la teoría, los autores suelen mencionar como más fundamentales, en primer término el cálculo abstracto o la estructura lógica de la teoría en la que se incluyen los elementos básicos del sistema; en segundo lugar estaría el conjunto de reglas que enlaza el cálculo abstracto con sus referentes empíricos y, por último, la interpretación o modelo para el cálculo abstracto que son los materiales visualizables o conceptuales más o menos familiares. Ferrater Mora (1951)

en la explicación del término *Teoría*, afirma que en la epistemología actual no se estima acertado considerar solo una forma única de teoría sino varias. La razón está en que ciertas teorías se definen principalmente como descripciones de hechos, otras como explicaciones de los mismos y hasta como algoritmos o como símbolos ya sea como forma de aproximación a la naturaleza de la realidad ya sea como procedimientos de utilización práctica de la misma.

En todo caso, no cabe duda alguna sobre la enorme importancia que para el progreso científico representan las teorías: *“El valor de la teoría deriva de su amplitud y su generalidad. Tan pronto como una acción, situación o acontecimiento pueden ser conceptualizados y colocados en una categoría cuya relación con otras variables se conoce, es posible sacar inferencias útiles”* (Chinoy, 1968: 30). Tal planteamiento no es ajeno a la práctica pues tanto la teoría como la práctica interaccionan y en la realidad actual es impensable una teoría sin práctica o una praxis sin el marco teórico en que se ubique. Es de interés tener presente que la teoría está siempre sometida a revisión, está afectada por ese carácter general de la ciencia que es su provisionalidad y de ahí su consecuente autocrítica y continua autorregulación.

## **5.2.- La metodología en las ciencias humanas y sociales.**

Las características mencionadas sobre el procedimiento científico en general son de aplicación en el área de los métodos específicos de las ciencias humanas y sociales, aunque ello no es óbice para que se tomen en cuenta las especificidades propias de los ámbitos de realidad correspondientes a estas ciencias. Se parte de la hipótesis de que la ciencia, en cuanto forma de conocimiento distinta del conocimiento vulgar, persigue el objetivo primero de la ciencia que es el análisis, es decir, *describir cómo es esa realidad*, qué elementos la forman y cuáles son sus características, que responden a su raíz terminológica griega, el **αναλυο**, que significa desligar, descomponer y examinar con detalle. Es obvio que también la ciencias humanas y sociales después de conocer cómo es la realidad, pretenden la *explicación de la realidad* que tratan, que constituye el segundo objetivo de toda ciencia, que consiste en *“llegar a establecer cómo se relacionan sus distintas partes o elementos, por qué es como es la realidad”* (Sierra, 1991:19). La etimología latina de explicar (**explicare**) significa el despliegue o el desarrollo ampliado

para mostrar el significado de un suceso, el ‘por qué’ del mismo. Desde estos supuestos parece que pueden sintetizarse los rasgos metodológicos esenciales de las Ciencias Humanas y Sociales en los siguientes términos: *“el método de las Ciencias Sociales es un método científico que, en gran medida, se apoya en la inducción para llegar a resultados generales y formulables en términos de probabilidad”* (González, 1971: 326).

El método de las ciencias sociales es inductivo esencialmente comprende *“el mosaico de procedimientos con los que el científico emprende la tarea de establecer generalizaciones causales, mediante la coordinación de diversas técnicas de observación, inferencia y verificación”* (Castillo, 1998: 262). Este esquema ideal es previo al uso y aplicación de las técnicas de la investigación y sin él no parece que sea posible efectuar investigación alguna de rigor. Se parte de la necesidad de construir un modelo ideal que acompañe en el devenir investigador y que abarque todas las dimensiones imbricadas en el proceso de investigación. La deducción según los autores más prestigiosos, constituye un ‘método auxiliar’. Esto ha llevado en algunas etapas en la formación de estos saberes a situaciones de cierto confusionismo equiparando las ciencias humanas y sociales a los procedimientos inductivos de las ciencias de la naturaleza, a veces, llegando hasta extremos de identificar los hechos humano-sociales con los hechos físicos o biológicos, dejando fuera realmente el verdadero objeto de las ciencias humanas y sociales que tienen unas características propias que no permiten identificarlas con la biología o la historia natural. Se ha de manifestar que el objeto de las ciencias humanas y sociales es extraordinariamente más complejo y más difícil de objetivar que el de las ciencias de la naturaleza, no se agota en su exterioridad la rica urdimbre de estas acciones humanas y sociales, sobre las que concurren una pluralidad de factores y variables con harta frecuencia no susceptibles de medición.

Desde este punto de vista es obvio que en las ciencias humanas y sociales y también de la educación, el método no puede reducirse a las dimensiones cuantitativas o matemáticas sino que en ellas tienen perfecto acomodo los procedimientos cualitativos. Por consiguiente, en estos saberes no tienen siempre aplicación los métodos cuantitativos. Se aplican cuando la temática a estudiar es cuantificable por su propia naturaleza y su cuantificación aporta conocimiento a esa realidad. En esta tesis se han usado procedimientos cuantitativos porque aportaban valor cognoscitivo a la realidad a estudiar, se trataba de variables que podían cuantificarse ofreciendo de esta manera una percepción mayor de objetividad, sin que ello nos distrajera de la complejidad motivadora de las inteligentes acciones humanas a las que nos hemos aproximado mediante los recursos



del método comparativo y del estudio de las fuentes documentales específicas para los asuntos tratados.

### **5.2.1.- Aportaciones a la metodología.**

En este apartado se hacen unas escuetas referencias a dos asuntos: en el primero se tratan algunas de las dimensiones que caracterizan de modo especial el objeto de las ciencias educativas, humanas y sociales que, a diferencia de los objetos propios de las ciencias de la naturaleza, se ve afectado por un sin número de variables, a veces hasta algunas no identificadas, con su variabilidad y sus connotaciones valorativas que convierten el objeto de las ciencias educativas, humanas y sociales en una realidad de análisis que exige un tratamiento particular. En el segundo se toma en cuenta las aportaciones de los principales metodólogos que prestaron explícita atención a la progresiva concreción y elaboración de las características diferenciales que contribuyeron al desarrollo de una metodología científica que, asumiendo las exigencias del método científico, tuviera una aplicación coherente con la naturaleza del objeto específico de las ciencias educativas, humanas y sociales.

*5.2.1.1.- Rasgos que tipifican el objeto de las ciencias humanas y sociales.* Cuando elaboramos un discurso en el ámbito social y reclamamos para él un carácter científico, entonces se produce una verdadera cascada de problemas, objeciones y dificultades que parecen cuestionar su estatuto científico. De especial significación resultan cuestionables el rigor metodológico y/o la exactitud y/o la certeza de los resultados. A algunas de ellas vamos a prestar atención en particular. El número de orden que les precede no significa que sigan una escala de importancia, sino que es un modo de clasificarlos y ordenarlos para su mejor descripción.

*1ª) La exterioridad de los hechos sociales.* Lo externo de las acciones humano-sociales, que aparece al observador, en general presenta dificultades de mayor o menos cuantía para su medida, sin embargo, siempre pueden encontrarse procedimientos para esa medición. Sin embargo, estos aspectos exteriores, a veces, pueden ser menos interesantes, desde la perspectiva científica, que las actitudes, motivaciones e intereses, las ideas, los valores, las creencias y las ideologías que subyacen a los mismos, pero que no son susceptibles de observación inmediata, implican anejas dificultades a su medida o cuantificación directa. Esta dificultad se hace más explícita, cuando la investigación



científica versa sobre las ideas morales, las creencias religiosas y los valores, que no tienen una realidad objetiva, externa que se le corresponda con exactitud y han de estudiarse siguiendo procedimientos indirectos, p.e., tal es el caso de la solidaridad, del aprendizaje o de las relaciones, etc.. En estos casos, se hace imprescindible buscar o elaborar indicadores, que sean expresión ajustada de dichas variables. Pero aun así, la cuantificación de dichos fenómenos es menos precisa y la certeza de sus resultados más cuestionable. En casos como estos, es más perceptible la distancia que se interpone entre las ciencias sociales y las ciencias de la naturaleza (Durkheim, 1974: 33-42).

2ª) *La complejidad de los fenómenos humanos y sociales* es obvia y no necesita muchas demostraciones. Es un ámbito de realidad complejo, sutil y evasivo, que a veces sumerge al mismo investigador en un estado de perplejidad, de no estar seguro por donde empezar a estudiarlos. Sin embargo, la ciencia no se define por la simplicidad de los temas a tratar, sino por el rigor de los procedimientos a adoptar. En segundo lugar, la sutileza y evasión de los fenómenos se relaciona más con nuestra ignorancia acerca de los mismos y a medida que la ciencia avanza, los fenómenos complejos se van sistematizando y ordenando, y los datos se nos muestran menos desconcertantes. De todos modos la complejidad de la realidad humana y social es de tal naturaleza, que planteará una permanente dificultad a la metodología de la investigación científica, en las mencionadas áreas y tampoco parece probable que tales fenómenos alcancen a presentarse tan ordenadamente como los de las ciencias naturales (Horton et al., 1976: 41-43).

3ª) *El cambio afecta a todos los fenómenos sociales.* Los hechos humanos y sociales están cambiando de manera casi continua, a veces, como en nuestra época, es intensa la simultaneidad y convergencia de cambios, que son generalizables a todos los ámbitos de la vida individual y social de los individuos, alcanzando asimismo a las instituciones que acompañan el devenir existencial del ser humano. Los fenómenos humanos y sociales varían con más celeridad y con mayor intensidad que los fenómenos naturales, que también varían pero en menor medida, convirtiendo a estos en más previsibles que a los otros. El paisaje, el sistema de los vientos y de las lluvias, el frío y el calor, los bosques y el mar cambian a lo largo del tiempo con mayor lentitud que la política, los sistemas de producción, las políticas educativas y las técnicas del aprendizaje, los mercados y el sistema de empleo o de desempleo, las modas y preferencias de los humanos por sus lugares de vacaciones, aún sus creencias, valores y comportamientos morales, que gozan de más estabilidad, son productos que cambian con celeridad, al

menos en la actualidad. Los cambios en que se inscribe el hecho educativo, aún sin contar con la posible aceleración del ritmo de cambio, hacen más difícil y cuestionable un estudio riguroso del mismo.

La dificultad que el cambio plantea es seria y a ello daríamos dos tipos de respuesta: 1ª) todas las ciencias deben calificar sus generalizaciones (explicitar las circunstancias o variables de los experimentos), indicando las condiciones bajo las cuales dichas generalizaciones han de considerarse ciertas, p. e., el agua hierve a 100° C., (se ha de explicitar las circunstancias: químicamente pura y a una presión de 14,7 libras, por pulgada cuadrada, etc.). 2ª) Como la mayoría de los fenómenos humanos y sociales cambian de manera reiterada, cualquier generalización científica, además de explicitar las variables independientes, que se han tomado en consideración, ha de ir acompañada de una calificación de tiempo y de lugar, p. e., en una investigación que se hiciere sobre el grado de interés por los estudios universitarios entre los niños del barrio de Chamberí, Madrid, no bastaría decir que las niñas y niños madrileños tienen escaso interés por el estudio, se habría de explicitar la concreta zona geográfica donde la investigación tuvo lugar y las variables familiares, económicas, culturales, de ocio, etc., que afectan al universo estudiado.

4ª) *El difícil pronóstico de la conducta humana.* El carácter predictivo de la ciencia ha sido una de las características, que más ha contribuido a la valoración positiva de la misma. Cuando el estudio científico se ubica en el ámbito de las ciencias humanas y sociales nos encontramos con unos seres especiales y diferentes, las personas, que actúan con cierta libertad y, ante la misma circunstancia, pueden comportarse de manera discrepante unas de otras. Por consiguiente parece obvio preguntarse sobre las posibilidades de la investigación social para hacer pronósticos científicos en esta área de la realidad.

La respuesta ha de tener en cuenta los principios anejos a todo pronóstico científico y a los que es preciso atender para la correcta solución del problema. 1º) *“Un pronóstico solo es cierto bajo determinadas condiciones”*, p.e., un físico puede predecir la trayectoria de una bola rodando sobre un plano inclinado, liso, en una cámara de vacío, pero poco podrá decir de un camión, sin conductor, que sin frenos, comienza a rodar por una cuesta abajo, donde proliferan farolas, árboles, coches, bocas de metro, puentes, setos, viandantes, etc.. Estamos de acuerdo en que un pronóstico cuidadoso y exacto sólo es posible en cualquier ciencia, cuando todas las variables pueden controlarse o calcularse matemáticamente, p. e., el agrónomo hace pronósticos de la siembra (% de semillas que

no van a germinar) y el científico social pronostica el % de niños de este barrio, que si las condiciones no cambian, terminarán abandonando sus estudios. En consecuencia, el problema de los pronósticos es similar en todas las ciencias y el éxito de los mismos está en relación directa con la exactitud de los conocimientos que se tengan de todas las variables, que se presuponen en un acontecimiento. En todo caso, en los ámbitos de las humanidades, de los saberes educativos y sociales, la predicción es siempre probabilística, radicalmente por la incertidumbre de la libertad humana.

2º) El segundo principio de las predicciones científicas deriva del hecho de que “*muchos de nuestros pronósticos se relacionan con las colectividades y no tanto con los individuos*”, p.e., el agrónomo predecirá qué cantidad de semillas va a brotar, sin necesidad de identificar cuales morirán sin germinar. De manera semejante, el científico social casi nunca puede pronosticar qué va a hacer una determinada persona, aunque sí puede aproximarse a predecir lo que harán una parte importante de los miembros de un grupo. En estos pronósticos, aunque no se pueda identificar el comportamiento de un individuo en particular, se contienen aportaciones útiles para la elaboración de adecuadas reglas y normas que orienten la conducta de un determinado grupo, que haga predecible la conducta de algunos. En este sentido, cuando el científico hace pronósticos socialmente significativos, puede equipararse con el científico de las ciencias naturales, aunque ni el uno ni el otro puedan hacer afirmaciones de gran exactitud. En todo caso, es imprescindible reconocer que la exactitud en el campo de la realidad humana y social es más difícil que en otros.

5ª) *El problema de los valores en las investigaciones humanas y sociales.* La neutralidad valorativa no significa desprenderse de los propios valores, lo que es imposible, sino que exige únicamente atenerse a los hechos y respetarlos. Se da la circunstancia que el investigador forma parte de la sociedad que investiga y participa de las ideas y valores, ideologías y creencias presentes en la sociedad y que constituyen objeto de estudio. Por consiguiente, al investigador de las ciencias humanas y sociales le resulta más complicado alcanzar la debida neutralidad e independencia respecto de la realidad social investigada. Esta peculiaridad se identifica con el problema de los juicios de valor en la investigación social.

a) *El problema de la influencia de las ideologías,* de los llamados juicios de valor en la investigación científica, fue planteado en las ciencias sociales por Max Weber (1992) que defendió en sus obras, lo que él llama la neutralidad valorativa, es decir, la posición de libertad e independencia del científico frente a los juicios de valor.

En la obra *el político y el científico*, se halla aplicada la tipología weberiana de la acción social en una original explicación de los elementos comunes y diferenciales entre ciencia y política. Siempre apasionó a Max Weber el tipo ideal del político y del sabio o la posibilidad de ser al mismo tiempo un hombre de acción y un profesor. Es posible que Weber soñara algún tiempo con ser un hombre de acción, un dirigente político y hasta un conductor de hombres, sin embargo *siempre fue un profesor sabio*, que recogió y expuso sus ideas en torno al asunto en dos conferencias magistrales, recogidas en lengua española en un libro que lleva por título “*La ciencia como profesión. La política como profesión*”, aplicando el esquema de la acción social que hemos expuesto anteriormente. Surge así una gran polémica que continua, donde las posiciones están muy encontradas. Con el marxismo u otras ideologías de corte totalitario como telón de fondo, muchos autores afirmaron la imposibilidad de una investigación social ajena a la influencia de los valores. Aquí solo podemos indicar la existencia de la discusión y afirmar que ambas posiciones tienen parte de verdad, aunque en su estado puro, serían falsas ambas.

*b) Algunas precisiones de interés para interpretar el asunto* con cierta racionalidad: 1) Parece indudable que las actividades científicas están influidas por los paradigmas vigentes en ese momento histórico. 2) Es una afirmación también válida que diferentes paradigmas pueden dar lugar a lecturas distintas de la misma realidad. 3) Dado el carácter empírico y positivo de las ciencias humanas y sociales y su mayor proximidad a los valores, se impone que en la actividad investigadora, el científico social ha de ser sumamente precavido para evitar las posibles mediaciones de sus juicios de valor particulares. 4) Esta exigencia limita el papel de la ciencia a su propio campo, el de la experiencia. 5) La investigación científica, sea social, humanística o educativa, ha de observar, respecto de los hechos, una objetividad tan perfecta como humanamente sea posible. 6) Sin embargo el objeto y orientación de sus investigaciones no debe ser ajena a los grandes problemas sociales, que agitan en cada momento al mundo contemporáneo.

*6ª) Otras variables relevantes a tener en cuenta en la metodología científica.* Se hace obligado referirnos a otros rasgos o características que implican connotaciones obvias para la metodología científica. *a) En primer término, el experimento* en las ciencias humanas y sociales sólo puede utilizarse muy imperfectamente y con limitaciones. No es posible controlar todas las variables que pueden intervenir en un fenómeno social por varias circunstancias: por la propia complejidad de la realidad humana y social; porque se desconocen a veces cuáles variables puedan estar presentes o ausentes en su

influencia; se pueden utilizar técnicas que introduzcan modificaciones sobre los fenómenos, p. e., la observación; por último, se ha de tomar en consideración que además de las razones técnicas, puede haber también razones de orden moral, ético y estético que hacen absolutamente desaconsejable los experimentos con seres humanos (Latorre, 2005: 47-50). Un ejemplo entre muchos esclarece el asunto: técnicamente se puede hacer el seguimiento de cuales son los efectos de la droga en un grupo de jóvenes. Se les va suministrando periódicamente la droga y se va observando y contrastando los comportamientos de este grupo de drogados con el comportamiento de los jóvenes de otro grupo de control. El experimento en este caso sería posible técnicamente, pero sería de todo punto inmoral, en otros casos puede ser técnicamente imposible o no adecuado. *b) La capacidad de réplica del objeto investigado.* Otro asunto a tener en cuenta, según el parecer de serios autores, la innegable influencia que tienen en el mismo objeto de la investigación, los individuos, los grupos sociales, la comunidad educativa, la sociedad y la difusión en ella de los resultados de la investigación: *“podemos imaginar el triste aprieto en que se vería el científico natural si los ‘objetos’ de la investigación tuvieran la costumbre de reaccionar ante lo que se dice o escribe acerca de ellos: si las sustancias pudieran leer u oír lo que el químico escribe o dice acerca de ellas y pudieran saltar de sus recipientes y quemarlo cuando les desagradara lo que ven en la pizarra o el cuaderno de notas”* (Andreski, 1973: 22). *c) El principio de indeterminación.* Se ha de tener en cuenta también el principio de indeterminación de Heisenberg (*“es imposible determinar simultáneamente y con total precisión, la posición y la velocidad de un electrón y en consecuencia no puede conocerse su trayectoria”*) es decir, cuando estudiamos un objeto, el conocimiento que de él tenemos, se convierte en una variable que interviene, lo modifica o puede modificarlo. Confirman la tesis muy variados ejemplos tomados de la sociología electoral como la neutralización mutua de votantes (el % de los que votan al que los sondeos dan ganador compensa el % de los que votan al que va a perder, para que el triunfador no se sienta demasiado seguro). Otro ejemplo más común es lo que suele denominarse *“la profecía que se cumple a sí misma”*, como ha ocurrido tantas veces al pronosticarse la posible quiebra de una entidad financiera, los cuentacorrentistas se apresuran a retirar su dinero e ineludiblemente sobreviene la quiebra de la entidad. Un tercer ejemplo sirve de prueba: me refiero a lo que se denomina la *“profecía suicida”* la profecía que se destruye a sí misma y que es el procedimiento utilizado a veces por los encargados del tráfico viario, pronosticando tantas muertes y tantas desgracias, en los clásicos atascos que se producen a la entrada y salida de ciertas vacacio-

nes, para inculcar prudencia a los conductores, destruyendo así la profecía. Sin embargo, como es bien conocido, el principio de indeterminación afecta también a las ciencias naturales y no por eso se cuestiona su carácter científico.

*Síntesis.* De lo expuesto no ha de concluirse la imposibilidad de la investigación científica en las áreas de las humanidades, de las ciencias educativas y sociales, únicamente se pretende avisar de las dificultades que provienen del ámbito de la propia realidad, que constituyen obstáculos a la investigación no sólo en las áreas mencionadas sino que también existen con mayor o menor incidencia, en las ciencias de la naturaleza. La investigación en las áreas de las humanidades, de los saberes educativos y de las ciencias sociales es posible como lo demuestran los conocimientos adquiridos, los descubrimientos realizados y las aplicaciones prácticas que de tales investigaciones se trasladan a sus respectivos ámbitos de la realidad de que se trate. La investigación en las mencionadas áreas es necesaria para conocer la realidad educativa, humana y social en que vivimos y que nos afecta, es especialmente necesaria la investigación en estos ámbitos del saber como fórmula para reducir distancias con las ciencias naturales, en cuanto a instrumentos, técnicas, procedimientos, etc., Tal desequilibrio no es positivo para las sociedades modernas y para la búsqueda de la sociedad más justa, que permita una vida más feliz.

*5.2.1.2.- Aportaciones teóricas a la metodología científica en el ámbito de las ciencias humanas y sociales.* Se pretende poner de manifiesto las más interesantes aportaciones que algunos de los autores han hecho a la estructuración de la metodología de las ciencias sociales.

*a) La organización de la diversidad, más allá del caos y un nuevo espacio gnoseológico.* Montesquieu es reconocido más que como precursor, como un verdadero y eficiente iniciador del saber científico en los ámbitos de las ciencias sociales. Tres testimonios de indiscutible prestigio avalan la tesis: a.1) Emile Durkheim en 1892 en su primera tesis doctoral (Montesquieu et Rousseau, précurseurs de la sociologie. No hay edición en español) reconoce el carácter de precursor que le corresponde y la deuda que los estudiosos de las ciencias sociales tienen con Montesquieu. Con anterioridad, el mismo Comte había señalado el progreso científico que suponía *El Espíritu de las Leyes*, para el análisis de las sociedades. a.2) Raymon Aron (1970: 29 – 36) explica la vinculación de Montesquieu con la sociología, como verdadero sociólogo, poniendo de manifiesto tres aspectos de sumo interés para las ciencias humanas y sociales que aportó el autor: “... a mi juicio Montesquieu no es un precursor, sino uno de los doctrinarios

*de la sociología*”: Montesquieu acomete la tarea de descubrir la realidad social según el método analítico y positivo, que no se detiene en la mera descripción empírica de los hechos, sino que intenta (la intención sociológica de Montesquieu): 1º organizar la multiplicidad de datos de la realidad social en un número reducido de tipos; 2º tal tipología o modelos sociales no depende de la conciencia del individuo, sino que está ligada a la morfología, que permite una primera clasificación de las sociedades: “*es posible organizar la diversidad de las costumbres, los usos y las ideas en un reducido número de tipos*”; 3º bajo esta diversidad puede descubrir un orden susceptible de interpretación racional. En segundo término, según Raymon Aron, Montesquieu entiende que hay una causalidad profunda por debajo de las apariencias: “*Más allá del caos de los accidentes, descubrimos causas profundas, que explican la aparente irracionalidad de los hechos*”

. b.3.- Se puede explicar de dos modos la diversidad observada en las costumbres, los usos y las ideas: por una parte remontándonos a las causas profundas responsables de las leyes particulares; de otra deduciendo tipos que constituyen un nivel intermedio entre la diversidad incoherente y un esquema de validez universal: “*Hacemos inteligible el devenir, cuando aprehendemos las causas profundas que determinaron el sesgo general de los hechos. Hacemos inteligible la diversidad cuando la organizamos dentro de un reducido número de tipos o conceptos*”. a.3) Mª Carmen Iglesias (1989: 20) es el tercer testimonio que entiende la aportación destacada de Montesquieu al estudio científico de la sociedad y la resume en dos dimensiones: 1ª la aplicación al mundo de los hombres de la idea de regularidad y ordenación, instaurada desde Galileo en el mundo de la naturaleza física. 2ª Establecimiento de una posible racionalidad en el aparente caos de la conducta humana. Esta *nueva mirada* que observa, analiza y clasifica la propia sociedad en que vive, *crea un nuevo espacio gnoseológico del propio medio social*, abriendo cauces nuevos a nuevos saberes sobre la sociedad.

b) *Las reglas del método sociológico*. Una de las primeras y más interesantes aportaciones metodológicas viene de E. Durkheim (1974: 33-42), que elabora unas reglas de importancia hasta el presente: 1) los hechos han de considerarse como cosas; 2) se ha de evitar sistemáticamente los prejuicios al margen de la ciencia; 3) Se han de investigar grupos de fenómenos definidos previamente como exteriores y coactivos; 4) el científico social ha de esforzarse en considerar los hechos con independencia de sus manifestaciones individuales. 5) La investigación científica alcanza su objetivo cuando compara los hechos. Según Vázquez y Ortega (1976: 39-40) la introducción del método comparativo que hace Durkheim (1965: 11) ha sido de “gran fecundidad” puesto que de



esta manera se hace obligado atender a una gran pluralidad de variables, que es el caso de los fenómenos sociales. Durkheim utiliza dentro del método comparativo “*el procedimiento de las variables concomitantes mediante el cual compara entre sí parejas de variables introduciendo en cada pareja una tercera variable con la finalidad de ver si se mantiene la primitiva asociación de la pareja*”.

c) Otras aportaciones, que vienen de Max Weber, introducen el término probabilidad, aplicado a los conceptos y resultado sociológicos de Pareto (1916: 143) , que establece, como características distintivas de la metodología de las ciencias sociales, *la acumulación*, es decir, los fenómenos que se descubren se acumulan a los ya descubiertos; *la complejidad* que apunta a la gran concurrencia de variables sobre los hechos sociales y la tercera que denomina la dificultad en alcanzar *la neutralidad valorativa*. Es obligado hacer una específica mención a Ferdinand Tönnies (1887) que establece los dos tipos básicos de organización humana y social de *sociedad y comunidad*.

### 5.2.2.- Tipología de métodos.

Teniendo en cuenta que el método en las ciencias humanas y sociales viene constituido por un conjunto de artificios mediante los cuales el investigador se enfrenta a los múltiples retos de la realidad, es obvio que la primera nota que sobresale en este caso es la gran pluralidad de métodos, de procedimientos y de técnicas para el abordaje de los múltiples y variados asuntos de la realidad humana y social. El método científico para el estudio de la realidad entendido en un sentido amplio puede significar “*un enfoque científico fundamentado en unas suposiciones determinadas, de las que emanan unos interrogantes específicos*”, es decir, el término ‘método’ se comprendería como el enfoque práctico derivado de una teoría o sistema. “*Cualquiera de estos enfoques puede utilizar los mismos recursos técnicos, sólo que estos estarán en función de las preguntas que previamente nos hayamos formulado*”. En consecuencia, en este contexto los métodos de las ciencias humanas y sociales se toman con el significado de “modelos sociales”. En el planteamiento de Inkeles (1982: 59) se distinguen varios tipos de métodos.

5.2.2.1.-*Los métodos evolutivos* que comprenden dos subtipos de modelos: históricos y dialécticos. Son básicamente procedimientos, desde los que se considera la sociedad como una realidad que está en evolución y ésta se produce siguiendo un modelo fijo de etapas sucesivas, fijas y determinadas, a través de las cuales la sociedad avanza



hacia unas metas prefijadas. Es la evolución que se denomina también unilineal. En este marco modélico, aunque con una comprensión diferenciada de las sucesivas etapas se pueden ubicar, entre otros autores, a Comte (1993: 17), con su *ley de los tres estados*, teológico, metafísico y positivo, en el contexto de la dinámica social que tiene por objeto “*la descripción de las etapas sucesivas, recorridas por las sociedades humanas*” hasta llegar al estado positivo. La dinámica social pretende encontrar la ley, que rige el devenir de las sociedades y del espíritu humano. Sería la gran ley que unificaría toda la diversidad empírica concreta. Spencer (1873) que pretende igualmente llegar a la formulación de una ley universal de la evolución, en virtud de la cual, toda realidad avanza siempre desde los estadios o etapas primeras que se caracterizan básicamente por la condición de una homogeneidad incoherente hacia etapas finalistas de progresiva heterogeneidad coherente, que el autor identifica con el tránsito desde *la sociedad militar a la sociedad industrial*. La idea de la evolución es para H. Spencer el “*principio unívoco y general*” que informa toda su obra y, cuya idea central es que todo acontecer se basa en un único postulado ontológico: “*la unidad del universo como conjunto y la continuidad entre sus diversas partes*”. Marx y Engels (1975: 32-49) también formulan procedimientos metodológicos de tipo evolutivo. Para estos autores el proceso histórico avanza siguiendo un planteamiento evolutivo de tipo lineal y dialéctico: de la sociedad esclavista de patricios y esclavos, a la sociedad medieval de los señores feudales, vasallos y siervos de la gleba, de ésta a la moderna sociedad burguesa de la lucha de clases, de la que se avanza ineludiblemente hacia el horizonte fijo de la sociedad comunista. Esta evolución se produce por la acumulación de contradicciones que generan un proceso revolucionario, dado que la revolución es la fuerza propulsora de la historia. El sentido de esta dialéctica es de una progresión cualitativa: desde lo inorgánico a lo humano y, en lo humano, desde las formaciones sociales iniciales de la humanidad hasta llegar al fin del proceso dialéctico, la sociedad comunista (Aron, 1970: 182). Durkheim establece dos tipos sucesivos de sociedades que se caracterizan por la solidaridad mecánica, propia de las comunidades primitivas y poco numerosas, donde la especialización del trabajo es escasa y las sociedades caracterizadas por la solidaridad orgánica, en la que la vinculación entre los individuos se fundamenta sobre símbolos e intereses comunes. Otros modelos evolutivos serían las denominadas *teorías cíclicas* de Pitrim Sorokin, el modelo evolucionista *multilineal* de J. Steward o la *teoría universal* de L. White.

5.2.2.2.- *La metodología estructural funcionalista*. En el marco de esta perspectiva, la realidad social suele concebirse como un todo compuesto de partes que se rela-

cionan entre sí. La mejor fórmula de comprensión de esta perspectiva es pensar la realidad social de que se trate mediante la analogía del organismo en el que “los elementos sociales se ven a la vez por lo que son y por lo que hacen, por su naturaleza y por su función (...) Se trata de un modelo de explicación del comportamiento social y del funcionamiento de la sociedad. Partiendo del modelo biológico, la sociedad se percibe como un sistema y se analiza la función que cada parte desempeña en el mantenimiento del todo” (Quintana, 1989: 36). Siguiendo la analogía del organismo vivo, los diferentes elementos que integran la realidad social de que se trate están en permanente interacción entre ellos y reaccionando a las mutuas influencias. En el ámbito educativo el empuje decisivo a la perspectiva metodológica estructural – funcionalista le viene de la *Psicología de la Gestalt* que establece que las percepciones humanas están determinadas por las estructuras de los elementos educativos percibidos. El método estructural – funcional tiene como objetivo definir las condiciones y exigencias del objeto del aprendizaje. En esta perspectiva tiene difícil cabida el cambio, que por otra parte afecta en la actualidad a toda la realidad humana, educativa, social y económica, por lo que el procedimiento es esencialmente conservador y no parece suficiente para dar razón de las múltiples dimensiones de la compleja realidad.

5.2.2.3.- *El método comprensivo weberiano.* Para Weber (1982: 177) la explicación por las causas resulta claramente insuficiente para entender el comportamiento humano. Se requiere la comprensión porque solo en ella se puede captar el sentido de la conducta humana. Ahora bien la acción que específicamente reviste importancia científica es “*aquel tipo de conducta humana que 1) está referida, de acuerdo con el sentido subjetivamente mentado por el actor, a la conducta de otros; 2) está codeterminada en su curso por esta su referencia plena de sentido, y 3) es explicable por vía de comprensión a partir de este sentido mentado subjetivamente*”). Por consiguiente para el autor la conducta puede ubicarse en uno de los dos tipos de comprensión: la comprensión inmediata, derivada de la observación de la misma conducta actual, que se comprende por sí misma. No cabe duda que para Weber el caso más obvio se corresponde con la acción racional con arreglo a fines, en donde se evidencia la relación de los medios con el fin perseguido. La comprensión explicativa es indirecta puesto que para entenderla es necesario avanzar hacia los motivos de las acciones humanas. En resumen para el autor la comprensión se caracteriza por captar la evidencia de sentido de una actividad. Aquí es donde se instala la teoría de la acción de Max Weber (1987: 20 y ss) sobre los tipos de acción humana y social, en la que el tipo ideal de conducta humana y

social se realiza en la acción racional respecto de un fin que viene “*determinada por expectativas en el comportamiento tanto de objetos del mundo exterior como de otros hombres*”, es decir, el sujeto agente del aprendizaje conoce (o cree conocer) el fin y combina los correspondientes medios en orden a obtener el fin perseguido. La acción racional con arreglo a fines implica siempre racionalidad, aunque no quiera decir que esa racionalidad sea absoluta. Esta idea de Weber desvela que su concepción metodológica comprensiva utilizará el ideal tipo como instrumento que posibilita la comprensión.

### **5.2.3.- Paradigmas de la investigación educativa.**

En cuanto al significado del término paradigma he de manifestar que admite una pluralidad de significados y diferentes usos y en términos más genéricos se considera como un esquema teórico o vía de comprensión de una realidad. El profesor Alvira (1982: 34 -36)) le atribuye un significado que clarifica y nos resulta de utilidad para avanzar con conocimiento de qué puede entenderse por paradigma, cuyo intercambio con el término modelo suele ser frecuente en los autores: “un conjunto de creencias y actitudes, como una visión del mundo compartida por un grupo de científicos que implica específicamente, una metodología determinada”. De los precedentes modelos y en conexión con ellos emergen los tres modelos o paradigmas de la investigación educativa.

*5.2.3.1.- El modelo positivista* se engarza con los planteamientos de Comte y Durkheim principalmente. Se le suele denominar con términos como el modelo empírico-analítico o modelo cuantitativo en que se enfatiza el conocimiento como objetivo y factual, utiliza el procedimiento hipotético-deductivo y parte del supuesto de la existencia de orden en la naturaleza y de las posibilidades de conocerlo. En el orden educativo el objetivo de este enfoque consiste en encontrar las regularidades que imperan en los fenómenos educativos, con la pretensión de elaborar planteamientos rigurosos y científicamente válidos para su aplicación en el área de la acción educativa. Este modelo se caracteriza por una serie de rasgos entre los que destacan los siguientes: la teoría se sustenta en generalizaciones universales; los enunciados científicos se consideran con independencia de los valores; el sistema social existe como un sistema de variables; las medidas son fiables y se destaca la importancia de la estadística (Popkewitz, 1988: 66).

Este modelo a pesar de ciertos reproches sobre su carácter reduccionista, ha creado unas aportaciones de interés en el ámbito educativo, sin embargo “se cuestiona su incidencia y utilidad para mejorar la calidad de la enseñanza y de la práctica educativa” según afirman los autores Latorre, del Rincón y Arnal (Latorre, 2005: 41-43).

5.2.3.2.- *Paradigma comprensivo*. Un segundo modelo inspirado principalmente en la obra de Max Weber suele denominarse con diferentes términos como paradigma humanista, naturalista, fenomenológico y comprensivo. Este paradigma se presenta como una opción alternativa al modelo positivista y en consecuencia sobresalen como rasgos específicos la sustitución de los conceptos de explicación y predicción por los de comprensión y significado, en cuyo ámbito instala la objetividad que exige el método científico, cuestionando a su vez las regularidades de las leyes generales en el ámbito educativo. Según los profesores Latorre, del Rincón y Arnal “los investigadores de orientación interpretativa se centran en la descripción y comprensión de lo que es único y particular de sujeto más que en lo generalizable; pretenden desarrollar un conocimiento ideográfico y aceptan que la realidad es dinámica, múltiple y holística, a la vez que cuestionan la existencia de una realidad externa y valiosa para ser analizada”.

5.2.3.3.- *Paradigma sociocrítico*. Pudiera considerarse también como un modelo de investigación educativa el paradigma sociocrítico que se vincula al pensamiento crítico de la Escuela de Frankfurt (Horkheimer y Adorno), a la teoría crítica de Habermas y a los trabajos de Freire. Este modelo introduce la ideología y la autorreflexión crítica en los procesos del conocimiento y cuestiona la neutralidad valorativa de la ciencia y de la investigación, “a la que atribuye un carácter emancipador y transformador de las organizaciones y de los procesos educativos. El grupo asume la responsabilidad de la investigación y propicia la reflexión y crítica de los intereses, interrelaciones y prácticas educativas”. Este modelo guarda una notable aproximación conceptual con el modelo comprensivo. En el caso del modelo socio-crítico, a la descripción y comprensión de la realidad educativa propias del modelo comprensivo, se añade en el paradigma crítico la finalidad de transformar la realidad.

### 5.3.- La investigación científica.

La investigación es un fenómeno natural, que acompaña indefectiblemente al hombre en su devenir histórico. Parece que esta cualidad, unida a una obvia capacidad humana para la investigación, encuentra una doble procedencia: 1º) la curiosidad innata del hombre, que le lleva a preguntarse por las cosas que trata de conocer, cómo y por qué sucede lo que sucede. Aristóteles comienza su *Metafísica* afirmando que el hombre busca naturalmente saber; 2º) “*Responde también a la indigencia natural del hombre, al que la naturaleza no le ha dado todo resuelto como a los animales, lo que le obliga a investigar y buscar solución a los problemas, dificultades y necesidades*” (Sierra, 1991:27). En una primera aproximación al concepto y características, la investigación implica una búsqueda de solución a problemas. Ahora bien, para que la investigación sea una investigación científica, dicha búsqueda ha de llevarse a cabo, siguiendo unas determinadas normas o reglas, unos procedimientos establecidos en lo que se denomina el método científico. En este apartado se van a considerar, de manera breve, los tres asuntos siguientes: la noción y las características de la investigación, su contenido, es decir, qué busca o persigue el investigador con su tarea y tipología de la investigación.

#### 5.3.1.- Definición, características y origen.

La etimología del término investigación se halla en la preposición ‘in’ y el verbo latino ‘vestigo, as, vestigare’, que significa hallar, inquirir, seguir vestigios. En un sentido genérico “*investigación es una actividad del hombre orientada a descubrir algo desconocido*”. La investigación se configura como conjunto de actividades interdependientes que, cumpliendo con una serie de normas prescritas en los procedimientos, persigue mediante una serie de sucesivas fases alcanzar el objetivo propuesto al comienzo de la investigación.

*5.3.1.1.- Definición de investigación:* La investigación científica, en cualquier ámbito de la realidad que se trate, puede definirse en los términos siguientes: “*el proceso de aplicación del método y técnicas científicas a situaciones y problemas concretos en el área de la realidad humana y social, para buscar respuesta a ellos y obtener nuevos conocimientos*” (Sierra, 1991: 27 – 28). Tres son los rasgos principales que configu-

ran la investigación desde esta perspectiva: 1) *La investigación es un proceso*, es decir, un conjunto de actuaciones sucesivas, orientadas al descubrimiento de la verdad, en el campo científico de que se trate. El enunciado de que la investigación es un proceso, significa que es un conjunto de actividades, lo que ya le distingue del método científico y de las técnicas, que son un conjunto de reglas o normas de actuación, mientras que la investigación se constituye por las actuaciones del sujeto o sujetos investigadores. El conjunto de actividades imbricadas en la investigación tiene el carácter de actuaciones sucesivas (se considera como un proceso), que se concretan en una serie de fases, que de ordinario se denominan: planteamiento del problema, diseño de la investigación, recogida de datos e interpretación, análisis de los mismos e inferencia de conclusiones. 2) *La finalidad de la investigación* es hallar respuesta a los problemas planteados, por su propia definición desconocidos, y ampliar el ámbito de nuestros conocimientos en el área de la realidad de que se trate, sea la social, la humana, la educativa, la filosófica, la biológica o cualquier otra. 3) *La investigación científica exige necesariamente la aplicación del método*, las técnicas y los instrumentos científicos, de la manera más estricta que sea posible. 4º) *En cuarto lugar la investigación debe referirse a problemas concretos*, es decir, lo más precisos y específicos que sea posible y reales, ya sean estos teóricos, metodológicos o empíricos, es decir, referidos a la realidad del área en que se están investigando.

5.3.1.2.- *Fuentes de recursos para las investigaciones*. Toda investigación requiere, en mayor o menor medida recursos humanos, recursos de tiempo y recursos económicos. Por ello tiene sentido la pregunta sobre quienes aportan o pueden aportar en su totalidad o en parte dichos recursos. 1) *Las instituciones*. En primer lugar la cuestión de los recursos se puede vincular con el origen de los problemas a investigar: pueden venir indicados por aquel tipo de instituciones que teniendo recursos los facilitan, p. e., el Estado en la sociedad moderna está convencido de que la ciencia es absolutamente imprescindible para la promoción de los individuos, el desarrollo de los pueblos y el avance de la economía y, en consecuencia los Estados modernos suelen ser una institución que aporta considerables recursos. A veces, los Estados modernos tienen institucionalizado este asunto en el marco del Sistema Nacional de I+D+I, que se encarga de llevar a efecto la política de investigación de una manera institucional. También las entidades públicas o privadas unas veces directamente y otras mediante fundaciones específicas y sin ánimo de lucro establecen los modos habituales que los investigadores han de seguir para acceder a los recursos que la sociedad de una u otra manera destina a la

investigación. 2) *La propia comunidad científica* de los investigadores, ya sean educadores, sociólogos, filósofos, psicólogos, biólogos, químicos etc., tanto académicos, como los que hacen aplicación práctica de sus conocimientos de modos diferentes, establecen sendas transitables para la investigación, ya sea mediante las academias e institutos superiores de investigación ya mediante editoriales que tutelan a los investigadores ofreciéndoles posibilidades para la publicación de sus logros, ya mediante revistas que pueden subvencionar a los que colaboran con sus artículos. En el seno de estos grupos surgen temas o problemas, que llaman la atención y reclaman el esfuerzo de los investigadores, luego pasa el tiempo y otros son los problemas o temas que estimulan la curiosidad del científico y así sucesivamente, p. e., la escasez de viviendas, el problema de la drogadicción, la desintegración social, la marginación social, las bolsas de desposeídos que se asientan en derredor de las grandes ciudades de los países ricos, los grupos de inmigrantes, las sectas, las bandas juveniles, la problemática calidad docente en las universidades, etc.. 3) *El propio investigador con sus ideas, vivencias y experiencias*, creencias, valores e intereses, relaciones y recursos, que no surgen de la nada, sino que son productos del medio cultural, económico y social, en que se ubica el investigador, constituyen una fuente de abundantes temas de investigación. 4) *La sociedad, la sociedad civil y las instituciones sociales que la integran* (la familias, los sindicatos, los partidos políticos, la institución educativa, la institución económica, etc.) y los grupos sociales (asociaciones de vecinos, los jóvenes, los inmigrantes, los grupos marginados, etc.) que la constituyen son ellos mismos origen de problemas, que merecen la atención del investigador.

En la actualidad la investigación científica es considerada socialmente como una tarea esencial de la Sociedad y del Estado por cuanto la producción de conocimientos es el criterio más importante de promoción humana individual y de desarrollo de los pueblos. Cada vez es mayor el esfuerzo de la sociedad por ofrecer recursos para la investigación y en consecuencia una cierta coherencia político– social impone la organización, financiamiento y evaluación de la producción y difusión de los conocimientos como tarea esencial de la sociedad moderna. Inspirándose en el documento de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología de España, *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología*, el profesor Méndez Francisco escribía no hace mucho un capítulo dedicado a “La Sociedad del Conocimiento” (Méndez, 2009: 145) en el que se afirmaba que el avance en la producción de los conocimientos y en la capacidad de utilizarlos es en la actualidad imprescindible para la promoción de los individuos, para asegurar el



desarrollo de los pueblos y para la progresiva prosperidad económica de la sociedad, por lo que es necesario atender a unos principios básicos aunque muy elementales: *“hacer del I+D+i un factor de mejora de la competitividad empresarial, poner los planes de investigación al servicio de la ciudadanía, del bienestar ciudadano y de un desarrollo sostenible y dar un eficaz reconocimiento y promoción de la investigación y el desarrollo como elementos esenciales para la generación de conocimientos e insustituibles para el desarrollo de los pueblos”* (CICYT, 2007: 4).

**5.3.1.3 .- Otros asuntos de interés en la investigación.** Hay toda una serie de cuestiones de cierta importancia en relación con los problemas a investigar. Cuestiones de importancia social y moral que, aunque no parece el momento procesal oportuno para desarrollarlas, quiero al menos dejar constancia de su presencia: *1) La relevancia de la investigación y los criterios de esta relevancia* ¿donde han de fundarse?; ¿es un buen criterio, éticamente válido, el desarrollo de la propia teoría, el avance de la ciencia?; ¿solo es moralmente aceptable la investigación cuando se orienta a modificar la realidad social?. *2) La aplicación de la investigación presenta también a su vez nuevos interrogantes:* ¿Hasta qué punto el investigador social puede desentenderse de la realidad que le rodea?. ¿La investigación ha de orientarse siempre a la búsqueda inmediata de soluciones a problemas concretos, que afectan a los hombres de nuestro tiempo?. ¿Puede el investigador dedicarse a aquello que le place sin apuntarle como insolidario? (Latorre, 2005:49-50).

### **5.3.2.- Contenido y objetivos.**

En cuanto al contenido de la investigación, siguiendo un elocuente discurso de Xavier Zubiri (1982: 43), con motivo de la entrega del premio Santiago Ramón y Cajal a la Investigación a dos grandes investigadores españoles, Severo Ocho y Xavier Zubiri, éste hace un discurso de agradecimiento que nos permite plantear algunas precisiones que complementan nuestra comprensión del significado de la investigación. Se interrogaba el filósofo: *1ª) ¿Qué se investiga?*. Es obvio que se persigue la investigación de la verdad, pero no la verdad de nuestras afirmaciones más o menos geniales o mediocres, sino la verdad de la realidad misma. *“Es la verdad por la que llamamos a lo real, la realidad verdadera”*. *2ª) La pluralidad de la realidad*. Teniendo en cuenta que la reali-



dad es plural, hallaremos que la verdad es de muchos órdenes: físico, matemático, biológico, astronómico, mental, social, histórico, filosófico, etc.. 3ª) *¿Como se investiga la realidad verdadera?*. La investigación de la realidad verdadera no consiste en una mera ocupación con ella, en ocuparse de ella. Ciertamente la investigación es una ocupación, pero no una mera ocupación, es mucho más, es una dedicación. “*Investigar es dedicarse a la realidad verdadera*”. Dedicarse debe entenderse como mostrar algo con fuerza, con especial intensidad. Tratándose de la dedicación intelectual esa intensidad consiste en configurar o conformar nuestra mente según la realidad y ofrecer lo que así se nos muestra a la consideración de los demás. Vivir intelectivamente, según esta configuración es aquello en que consiste lo que se llama profesión. 4ª) *Dos modos de entender la profesión de investigador*: el primero consiste en aquel tipo de profesional que solo se ocupa de esas realidades, no investiga, posee la realidad verdadera o trozos de ella. El segundo tipo de investigador, al que se refiere Zubiri, se dedica a la realidad verdadera y tiene una cualidad en cierto modo opuesta: “*no posee verdades, sino que, por el contrario, está poseído por ellas. En la investigación vamos de la mano de la realidad verdadera, estamos arrastrados por ella y este arrastre es, justo, el movimiento de la investigación*”. Ortega y Gasset (1986: 66-67) expresa esta idea cuando especifica en que consiste el cometido del intelectual: “*Sorprenderse, extrañarse es comenzar a entender. Es el deporte y el lujo específico del intelectual. Por eso su gesto gremial consiste en mirar el mundo con los ojos dilatados por la extrañeza. Todo en el mundo es extraño y es maravilloso para unas pupilas bien abiertas. Esto, maravillarse, es la delicia vedada al futbolista, y que, en cambio, lleva al intelectual por el mundo en perpetua embriaguez de visionario. Su atributo son los ojos en pasmo. Por eso los antiguos dieron a Minerva la lechuza, el pájaro siempre con los ojos deslumbrados*”. 5ª) Para Zubiri esta condición de ‘arrastre’ o de ‘sorpresa’ como prefiere Ortega, impone a la investigación unos caracteres propios: el carácter abierto de la realidad, “*toda cosa real es desde sí misma constitutivamente abierta*”. En segundo término la investigación es un proceso sin final, es inacabable, “*no solo porque el hombre no puede agotar la riqueza de la realidad, sino que es inacabable radicalmente, porque la realidad, en cuanto tal, es desde sí misma constitutivamente abierta*”. Este es el fundamento de la célebre frase de San Agustín: “*busquemos como buscan los que aun no han encontrado y encontremos como encuentran los que aún han de buscar*”. Por último la realidad es múltiple, porque hay muchas cosas reales y cada una con sus caracteres propios: “*Investigar las notas o caracteres propios de cada orden de cosas reales es justo lo que constituye la investiga-*

*ción científica, lo que constituyen las distintas ciencias*". Para Zubiri la investigación no tiene por qué pararse en este nivel, que es el de la ciencia que estudia como son las cosas y cómo funcionan. La investigación puede y debe ir más allá, rebasar el horizonte de lo científico. Puede investigarse el carácter mismo de realidad, el ser real de las cosas, el discurso que se ocupa de entender lo que es la realidad misma, es la investigación que se hace en el área de la filosofía, que investiga el ser mismo de la realidad: "*es la investigación de en qué consiste ser real*". Centrándonos más en el contenido de la investigación educativa es obvio que este saber se sitúa en el espectro de las ciencias humanas y social "*por su compromiso con la comprensión y mejora de los seres humanos y por su gran proyección social, dado que para participar activamente en la sociedad del conocimiento y del impacto comunicativo – tecnológico es imprescindible la formación para conocer y valorar los principios, las constantes e incertidumbres de un mundo en continuo cambio*" (Medina, 2002: 35)

### **5.3.3.- Modalidades de la investigación educativa.**

En el ámbito científico nos encontramos con multitud de clasificaciones y tipos de investigación así como una variedad muy notable de criterios de clasificación. Un panorama semejante, como no podía ser de otra manera, se producen en el escenario de la investigación educativa. Intentaré soslayar este cúmulo de tipologías y centrar el asunto en la especificación de la investigación que presento, siguiendo como hilo conductor algunos de los varios criterios tipológicos de que dispone la literatura dedicada a la metodología. Son autores destacados en este apartado, ya citados anteriormente: Sierra Bravo (1979) (*Técnicas de la investigación social*); Alvira Martín (1986) (*La investigación sociológica*); Visauta (1989) (*Técnicas de investigación social*) y Latorre Beltrán y otros (2005) (*Bases metodológicas de la investigación educativa*).

5.3.3.1.- *Siguiendo un criterio de finalidad* la investigación educativa puede ser básica o aplicada. *La investigación básica* se orienta a la explicación de la naturaleza del fenómeno de la educación y a la creación de conocimientos, teorías y leyes sobre esta concreta parcela de la realidad, que se denomina la educación. La finalidad de la investigación que he llevado a cabo, tanto en sus aspectos teóricos como en sus dimensiones empíricas se orienta a la búsqueda de soluciones al hipotético problema de la especial dificultad que parecen encontrar los estudiantes de tercer curso de la ESO en el estudio y comprensión de la Física tanto en los aspectos teóricos, definiciones y teorías,

como en los prácticos de los ejercicios y problemas, con la pretensión de mejorar la calidad de la educación. Por consiguiente, teniendo en cuenta el criterio de finalidad, esta investigación que presento es en sentido estricto una *investigación aplicada*.

5.3.3.2.- *Si nos fijamos en el criterio de tiempo* o tiempos en que se lleva a cabo la investigación se hallan dos tipos diferentes: a) *la investigación sincrónica* fija un momento concreto del tiempo y sobre él establece el estudio correspondiente, en cambio b) *la investigación diacrónica*, a lo largo de un periodo de tiempo, busca más bien como se va desarrollando el fenómeno objeto de la investigación. En mi parecer la investigación empírica que presento para la tesis doctoral es una investigación sincrónica, que también recibe la denominación de seccional o perpendicular, puesto que en un solo momento temporal se realizan las correspondientes comprobaciones de los objetivos. Sin embargo en la determinación del objetivo específico de las motivaciones para el estudio y aprendizaje de la Física, en la investigación también se procedió con un sentido longitudinal o diacrónico: se cumplimentó el test de motivación antes de poner en marcha la prueba y se cumplimentó un segundo test al final de la prueba, la investigación se sustenta sobre la comparación y evolución detectada entre los dos momentos de inicio y final de la experiencia investigadora.

5.3.3.3.- *Atendiendo al criterio de profundidad se distinguen tres tipos de investigación: exploratorias, descriptivas y explicativas.* a) *Las investigaciones exploratorias* se corresponden con el tipo de investigación que tiene un carácter de ensayo o prueba. Son muy reducidas en su planteamiento. Su objetivo principal puede orientarse en un doble sentido, a la formalización del planteamiento de la investigación o también a la comprobación de aspectos puntuales de las diferentes fases del proceso, como la delimitación de las hipótesis o la adecuación de una determinada técnica para la recogida de información u otras funciones semejantes. La investigación exploratoria se sirve de tres recursos principalmente: la revisión de la literatura especializada; las entrevistas a expertos y los análisis de casos extraños respecto del problema a investigar (Alvira, 1984: 60-61). En la tesis no se han hecho investigaciones exploratorias. Teniendo en cuenta mi experiencia de profesor en las materias de Ciencias de la naturaleza y de Física, no consideré necesario hacer este tipo de investigación previa.

b) *Las investigaciones descriptivas* se orientan al conocimiento de cómo es la realidad observada. Busca analizar un problema, descomponiendo esa parcela de la realidad observada en las partes que la integran, para luego reconstruirla mediante un proceso de síntesis. Se queda en el primer objetivo de la ciencia, (analizar), cómo es esa realidad y

cuales los elementos que la componen. Visauta (1989: 44) las define como “*la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, de la composición o proceso de los fenómenos*”. Aunque no hay acuerdo total entre los investigadores, se suelen incluir como estudios descriptivos los de encuesta, de casos, exploratorios, etc.. En el área de las ciencias educativas, como en general en las ciencias humanas y sociales, este tipo de investigación, a veces, es un objetivo necesario y suficiente para una tesis doctoral, por razón de la complejidad de la realidad a estudiar. En la tesis este análisis descriptivo se llevó a cabo respecto de las motivaciones de los estudiantes investigados así como en el tipo de inteligencia en que se integraban los alumnos, sin embargo, he procurado, de variados modos, trascender este nivel para aproximar la investigación al planteamiento del por qué del hecho observado.

c) *La investigación explicativa* es la que pretende no sólo la medición de las variables sino el estudio de “las relaciones de influencia entre ellas, para conocer la estructura y los factores que intervienen en los fenómenos sociales y su dinámica” (Sierra, 1991: 34). Las explicaciones pueden ser de naturaleza genética, funcional y causal. Resalta la explicación causal que busca relacionar dos o más fenómenos, de modo que se pueda afirmar que el uno es causa del otro, bien porque es necesario para que este último se produzca, bien porque es suficiente para dicha aparición, o bien porque es a la vez condición necesaria y suficiente. En la investigación para la tesis he procurado aproximar-me a este tipo de investigación explicativa mediante el proceso de relacionar unas variables con otras estudiando las relaciones de influencia entre ellas y persiguiendo la identificación de los efectos producidos por la presencia y acción de determinados factores que actúan como causas. Esta explicación en la tesis se sustenta también en las razones y disposiciones de la conducta del actor social, que interpretaría en base a ciertas disposiciones o rasgos característicos del actor (aspectos de la personalidad, motivaciones, talante, etc.) o en base al ejercicio de un tipo de conducta instrumental orientada hacia los objetivos buscados.

5.3.3.4.- *Atendiendo a la orientación que asume la tesis.* Tres tipos de investigación en relación con el precedente criterio: la investigación formulada en términos de contratación o comprobación de las teorías existentes. No es este el objetivo de la tesis que presento. Desde el criterio de orientación que asume la investigación se puede entender ésta como orientada al descubrimiento, generación o creación de nuevos conocimientos y saberes respecto de la realidad elegida para el estudio. En la actualidad, en la sociedad del conocimiento es esta orientación un tipo de investigación muy apreciable

teniendo en cuenta el énfasis que se hace sobre la innovación e invención de nuevos conocimientos como recursos estratégicos de gran valor para el éxito de los procesos de la competencia. No es ésta la orientación de mi tesis. Un tercer tipo de investigación que se corresponde con la tesis que presento es la *investigación orientada a la aplicación*, que consiste en la adquisición de conocimientos “con el propósito de dar respuesta a problemas concretos” (Latorre et al.,2005: 47), que en el caso de esta tesis se refieren a las especiales dificultades que parece presentar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en general y de la física en particular. Este es el marco en el que se ubica la investigación de mi tesis.

En resumen, me parece que es legítimo afirmar que la investigación de la tesis que presento se podía calificar como una investigación aplicada, fundamentalmente de tipo sincrónico, que no se queda en el objetivo del análisis y de descripción sino que pretende el logro de la explicación causal, aunque a veces se quede en la explicación referente a los motivos que inspiran la conducta de los alumnos investigados. Claramente la tesis se ubica en el espacio de aquellas investigaciones que buscan dar respuesta a problemas concretos en el marco de la mejora de la práctica educativa, es decir, se trata de una tesis orientada a la aplicación.

#### **5.4.- Fases de la investigación.**

Mario Bunge (1963: 89-92), este metodólogo elabora un modelo estructurado en una serie de fases sucesivas que se resumen en las siguientes: planteamiento del problema, construcción de un modelo que nos permita la elaboración de las pertinentes hipótesis, deducción de consecuencias desde el modelo teórico y desde los referentes empíricos, la prueba de la hipótesis y, por último, la introducción de las conclusiones en la teoría mediante la comparación de las conclusiones con las predicciones, reajuste del modelo y de las sugerencias para estudios posteriores. En otros autores se encuentran planteamientos semejantes, más simples los unos más detallados y complejos otros. En el caso de esta tesis doctoral se ofrece también un modelo más simplificado en las fases de la investigación pero con suficiente detalle en el planteamiento, tal como aparece en el título de este apartado y que se va a desarrollar a continuación con el contenido real de esta tesis.

#### **5.4.1.- Primera fase: el planteamiento.**

La investigación supone un largo proceso para conocer, con serias garantías, la realidad que se pretende estudiar, en este caso, los aspectos relevantes de la didáctica y del aprendizaje en los procesos educativos de las ciencias experimentales. Los descubrimientos no están al alcance de la mano como si de algo obvio se tratara. Se requiere un plan cuidadosamente elaborado y la previsión del desarrollo de la investigación. La planificación en este campo, como en cualquier tipo de investigación, redundará en la eficacia. La investigación científica exige un estudio previo de los aspectos que afectan al objetivo general de la investigación. El planteamiento de la investigación constituye la primera fase en donde se proyecta la investigación y supone adelantar toda una serie de cuestiones metodológicas y técnicas a las que hacer frente. Se trata de organizar, dirigir y proyectar algo que pretendemos llevar a término felizmente, por lo que se requiere un estimable conocimiento del asunto. Se puede considerar que se ha mostrado en los capítulos precedentes: sobre ‘educación’, en ‘el análisis de los aspectos importantes de la didáctica’, en ‘las dimensiones del aprendizaje’ y en ‘la enseñanza de las ciencias experimentales’, algunos conocimientos al respecto y cierta habilidad en el manejo de las técnicas para la investigación empírica.

De manera más concreta el planteamiento comprende la especificación del problema o asunto a investigar, la determinación del objetivo global y de los objetivos específicos de la investigación así como las dimensiones o variables del asunto a analizar que en este caso se refieren a los procedimientos metodológicos, con los que vamos a confrontar el proceso de enseñanza–aprendizaje de conceptos básicos de la termodinámica. Obviamente en la fase del planteamiento se establecerán las correspondientes delimitaciones temporales y de la naturaleza del estudio a realizar. Dejamos ya para la fase siguiente la cuestión sobre la selección de las técnicas para la recogida de los datos o la información pertinente.

##### *5.4.1.1.- El problema a investigar.*

En la indagación del asunto a investigar en esta tesis se parte de un hecho de experiencia constatado con reiteración que son las dificultades que encuentran los estudiantes de tercer curso de la ESO para *comprender, conceptuar, interpretar, relacionar*

y *aplicar matemáticamente* los cinco conceptos básicos de la termodinámica: ***densidad, presión, temperatura, volumen y calor***. A los estudiantes de tercer curso de la ESO les resulta problemático entender adecuadamente la temática imbricada en tales conceptos y se trata de reflexionar sobre las causas del problema relacionándolo con los procedimientos del aprendizaje en orden a una posible programación de los cambios metodológicos convenientes para superar la situación deficitaria hallada. El asunto es un problema real y actual, situado entre el conocimiento de la Física y las exigencias educativas, susceptible de un tratamiento científico. Se trata de un problema de suficiente concreción, que trato de formular con la conveniente precisión, que es posible alcanzar en este momento procesual de la investigación y que me permita la elaboración precisa de los adecuados instrumentos para el conocimiento empírico del problema. El problema concreto nace de mi propia experiencia educativa, que no deja de ser una contrastada fuente de problemas y se enmarca en el más general de las dificultades que parecen encontrar los alumnos en el estudio no sólo de la física, sino de las ciencias de la naturaleza (Latorre et al. 2005: 55-56). Es obvio que con esta investigación, se trata también de proyectar el asunto hacia un horizonte más amplio de cambio en los procedimientos del aprendizaje de esta materia. De hecho se han buscado temas relacionados con el objeto de la tesis para ver los resultados de autores anteriores, se han encontrado otras tesis cercanas al tema pero no exactamente con el mismo objeto. La indagación sobre el problema se acompaña del esclarecimiento de las motivaciones precedentes y consiguientes sobre el aprendizaje de la física, de los tipos de inteligencia de los alumnos y de las dimensiones esenciales ya mencionadas de la termodinámica, que constituyen el meollo del problema a estudiar. Desde estos supuestos, la formulación de un título apropiado para describir la temática que constituye el objeto de estudio en la tesis es el que sigue: *didáctica y aprendizaje de los conceptos básicos de la termodinámica - densidad, presión, temperatura, volumen y calor – mediante su relación con la metodología de la clase*.

En la tesis confluyen dos aspectos importantes: los conocimientos de la ciencia que se trata, la física, y los conocimientos pedagógicos. La persona que ha realizado esta investigación ha estudiado la carrera de ciencias físicas y tiene diez años de experiencia pedagógica en secundaria explicando matemáticas, física y química. Además de la preparación científica y de la experiencia profesional acreditada, ha tratado de formarse leyendo libros, artículos y realizando experiencias educativas innovadoras en el aula.



La importancia objetiva de la tesis se puede decir que estriba en la posibilidad de abrir nuevos cauces metodológicos en los procesos de la enseñanza–aprendizaje de la física y en general de las Ciencias de la Naturaleza, en los niveles de la enseñanza de la ESO y que otros profesores e investigadores se animen a seguir estos procedimientos pedagógicos o tantear otros nuevos para un mejor aprovechamiento de los escolares en el siempre difícil aprendizaje de las ciencias. A veces, el profesorado de secundaria puede ver estas investigaciones como algo teórico y no como algo posible en la práctica. En todo caso, es mi propósito dar a conocer los resultados a que llegue en la investigación con el ánimo de que pueda servir de ayuda y ánimo a tantos profesores que se esfuerzan y que en las consiguientes evaluaciones perciben los escasos y confusos conocimientos a que han llegado los alumnos, después de tanto esfuerzo requerido para enseñarles.

#### *5.4.1.2.- Los objetivos de la tesis.*

El objetivo general de la tesis básicamente se identifica con el mencionado problema de la tesis que consiste en la investigación y verificación de la relación entre las técnicas y métodos de la enseñanza por parte del profesor y la comprensión, por parte del alumno, de los conceptos fundamentales de la termodinámica que hemos mencionado. Tal objetivo, al hilo de lo investigado, concluirá en la determinación y propuesta de nuevos procedimientos y técnicas a instalar en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de los contenidos de las Ciencias de la Naturaleza. Claridad, concisión y precisión terminológica, serán objetivo preceptivo de la exposición discursiva de la tesis, teniendo en cuenta la afirmación del metodólogo Visauta (1989:99): *“el éxito de una investigación estriba en el logro de unos objetivos, que deben ser revisados en cada fase del proceso investigativo y cuyos resultados deben acomodarse a los mismos”*.

Mediante los objetivos específicos se establecen los aspectos o dimensiones más destacados del objetivo general y pueden mencionarse los siguientes: 1) Perspectivas y análisis crítico sobre las metas, estrategias y retos que implica la educación de calidad en un mundo globalizado, con especial atención a las Teorías de la Educación, valorando sus aportes más actuales al asunto general que nos ocupa. 2) Revisión crítica sobre las distintas concepciones históricas del saber científico en torno al proceso del aprendizaje, con especial referencia a aquellas que se fundan en los conocimientos aportados por la neurociencia. 3) La investigación e identificación de las circunstancias que han



condicionado y siguen condicionando el proceso de enseñanza / aprendizaje de los saberes físicos, con especial atención a los principios de la termodinámica que hemos mencionado con anterioridad. 4) Recabar de los estudiantes que cursan estas materias y de profesores implicados en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza aquellos conocimientos y experiencias, que resultaren pertinentes para la observación empírica en orden al conocimiento del objetivo general. 5) Implementar nuevas propuestas metodológicas que contribuyan a motivar al alumnado para el aprendizaje de las ciencias. 6) Implementar nuevas propuestas metodológicas que contribuyan a clarificar las posibles relaciones de causalidad entre los recursos didácticos escolares y el aprendizaje de los mencionados principios básicos de la termodinámica.

Es obvio que el discernimiento de estos objetivos nos predispone a abrir la investigación de la tesis a las dimensiones de las motivaciones que alientan o desaniman a los escolares en el estudio de la física, tanto por factores internos como por circunstancias exteriores al proceso del aprendizaje. La exigencia de esta perspectiva configura asimismo un nuevo capítulo de la investigación experimental en el que se relacionarán los resultados obtenidos con alguna de las más sólidas tipologías de inteligencia, con el propósito de desvelar las relaciones entre los métodos seguidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los principios de la termodinámica y el tipo de inteligencia prevalente de los alumnos. La elaboración de estos objetivos tiene una primera finalidad que viene exigida por la naturaleza científica de la investigación. No cabe duda, sin embargo, que los objetivos de la investigación alcanzan unas metas que trascienden la finalidad pragmática mencionada y asumen una triple finalidad educativa y social: a) contribuir a la creación de un espacio educativo de calidad en que los estudiantes logren merecer unos éxitos más estimables que los alcanzados hasta el presente; b) aportar elementos sólidos que permitan mejorar la satisfacción de los profesores, alumnos, padres de alumnos y directivos de las instituciones educativas en lo referente a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza; c) contribuir, en la medida de mis posibilidades, al mejoramiento de la educación en general. De tales objetivos se deriva el *interés social* de la tesis que es contribuir al mejoramiento de la enseñanza en general y del aprendizaje de los estudiantes y en concreto de mis alumnos, desde la posición de profesor de Ciencias de la Naturaleza, que ha experimentado muchas sensaciones de frustración y también ha reflexionado sobre las constantes dificultades que los estudiantes encuentran en la comprensión de los conceptos básicos de la termodinámica, pero que nunca ha desesperado de hallar nuevos procedimientos para elevarse sobre la situación.

#### 5.4.1.3.- Las variables procedimentales.

En la investigación de tales objetivos específicos se analizarán críticamente los procedimientos más usuales y comunes para la enseñanza / aprendizaje de la Física, en general, y de los mencionados conceptos de la termodinámica, en particular. Recurriremos a nuestra propia experiencia y la de otros profesores expertos en los procesos de la enseñanza – aprendizaje de las ciencias de la naturaleza para revisar los métodos ya conocidos, con el propósito de proponer nuevos procedimientos para hallar resultados más exitosos en la transmisión de lo que, teórica y prácticamente, implican los principios propuestos de la termodinámica. A los nuevos enfoques metodológicos se unirán los instrumentos que se consideren adecuados así como los recursos didácticos que se estimen de pertinente aplicación. En particular, se busca formalizar algunos procedimientos didácticos para validar la hipótesis enunciada, en la que va implícita la convicción de que los cambios en los procedimientos docentes pueden producir resultados diferentes en el alumnado. Son variables importantes en la investigación cuasi experimental, que funcionan como variables independientes a las que se exponen los tres grupos con los que vamos a trabajar, las motivaciones, los tipos de inteligencia y los tres tipos de procedimientos metodológicos con los que se va a experimentar.

Tres son los recursos metodológicos seguidos: *a) el método tradicional*. En este método el libro de texto es el elemento básico de la enseñanza–aprendizaje para el alumno. Se lee el libro de texto por parte de uno o varios alumnos y se complementa con las sucesivas explicaciones del profesor que espontáneamente ofrece o sugeridas por la temática del texto o solicitadas por las intervenciones de los alumnos. El profesor se manifiesta complementando, explicando, clarificando los contenidos del texto, donde se halla la información que los alumnos han de conocer y memorizar. La enseñanza se centra en los contenidos del texto cuya teoría ha de memorizar y aplicar para realizar los ejercicios y resolver los problemas. *b) El método cooperativo* seguido se vincula en la didáctica con la escuela activa y el profesor reduce su papel como transmisor de información: presenta y contextualiza los temas, acentúa los aspectos importantes o de difícil comprensión, destaca sus aplicaciones, motiva a los alumnos hacia su estudio. En este procedimiento se revaloriza el papel del aprendizaje de los estudiantes, que han de buscar información y el docente ejerce de orientador del aprendizaje, asesora sobre los recursos educativos adecuados y organiza la clase en orden al aprendizaje en grupo. Este

modelo se basa en la existencia de un liderazgo participativo, la cultura cooperativa envolvente y el sistema de relaciones empático –colaborativas, apoyados en las tareas y actividades de naturaleza compartida (Medina, 2002: 61). Para el logro de estos objetivos se distribuyó a los alumnos en grupos de 3 ó 4 y se les orientó y estimuló para el trabajo en equipo. *c) El método que denominaremos tic:* en este procedimiento vuelven a revalorizarse las explicaciones del profesor y la información contenida en el libro de texto. Sin embargo, las explicaciones y su importancia se sustentan sobre la profusa utilización de las nuevas tecnologías de Internet para la búsqueda de información, para la explicación de la teoría, de los ejercicios y de los problemas mediante el uso de las pizarras digitales y de los ordenadores, en la frecuencia de otros medios audiovisuales y en el uso reiterado de los power point. El grupo que se ha tomado para realizar con ellos la investigación corresponde a los alumnos de 3º curso de la E.S.O., en un colegio privado en donde yo soy profesor de física y a veces imparto también la materia de tecnología u otras afines. El curso lo integran 82 alumnos distribuidos en tres clases: en el grupo de 3ºA se integran 29 alumnos, en 3ºB hay 28 alumnos y en 3ºC hay 25 alumnos. Las letras A, B y C se corresponden con las letras que identifican la respectiva aula en que reciben la mayoría de sus asignaturas en el mencionado curso. La denominación de los grupos que se usa en la investigación es la siguiente: al grupo ‘A’, con 29 estudiantes, que siguió el método tradicional se le denominó **grupo tradicional**, al segundo grupo de alumnos, 3º B, con 28 estudiantes, que siguió la metodología del aprendizaje cooperativo se le denominó **grupo cooperativo** y al tercer grupo de alumnos, 3ºC, con 25 estudiantes, que siguió la explicación del tema con material audiovisual se le denominará **grupo tic**.

La distribución de los alumnos que integran cada grupo no es una organización escolar hecha para la investigación, son grupos homogéneos cuya división se llevó a cabo cuando estos alumnos iniciaron el primer curso de la ESO y siguen casi los mismos, con las bajas y altas que en cada curso suelen producirse y que son mínimas. Se aceptaron los agrupamientos que se hizo por parte de la establecida comisión que se encargó en el centro de hacer la distribución de los alumnos por clase. De modo general se buscó una cierta homogeneidad en los grupos, que luego si relacionamos esta distribución con las medias de las calificaciones de cada grupo se percibe que se logra en unos porcentajes altos de acierto.

De los tres agrupamientos, el que hemos denominado *tradicional* (3ºA), ubicado en el aula A cuenta con 29 alumnos; el grupo *cooperativo* (3ºB) está integrado por 28

alumnos y forman parte del *grupo tic* 25 alumnos que integran el grupo 3°C. En este último se dan dos diferencias, una cuantitativa y fácilmente perceptible, el grupo es el menos numeroso, y la otra de tipo cualitativo, el grupo tiene globalmente unos resultados un poco inferiores a los de los otros dos si nos atenemos a los resultados de los test de inteligencia utilizados por el departamento de psicología escolar que se les pasaron a los alumnos y cuyos resultados fueron facilitados para la realización de la investigación.

La distribución de los procedimientos metodológicos entre los tres grupos, en gran medida, obedece a las condiciones de equipamiento y dotación de recursos informáticos de que disponían las aulas.

El grupo '3°A' ocupaba un aula que no disponía de proyector ni pizarra digital, por tanto parecía más conveniente y no llamaba la atención que se aplicara el *método tradicional*, que desde los supuestos planteados no exigía equipamiento informático alguno.

En cambio para el *aprendizaje cooperativo* se habían preparado materiales audiovisuales que exigían proyector y por consiguiente, se estableció que fuera el grupo de alumnos de '3° B'. Los alumnos de este grupo habían tenido clases los dos años precedentes con el profesor que les iba a impartir la materia de física, se conocían mutuamente de haberles impartido diversas materias en cursos precedentes. En consecuencia tenía una experiencia valiosa para organizar los grupos y motivarlos aunque, como veremos más adelante, alguno de ellos no funcionó como era de esperar. El aula 'B' contaba con equipamiento informático adecuado para los materiales preparados y esto, añadido al conocimiento que el profesor tenía de estos alumnos decidió el grupo con el que comprobar la metodología del aprendizaje cooperativo.

El grupo de '3°C' era el único cuya clase disponía de pizarra digital y de otros equipamientos informáticos que se consideraban pertinentes para realizar la explicación de los temas mediante el uso de tecnología acreditada. Todavía en la actualidad, el uso de Internet en las aulas es escaso, pues se han "*desarrollado escasos contenidos propiamente didácticos, a lo que se suma la debilidad de infraestructuras telemáticas que permita la circulación rápida de la información que sería deseable*" (Blázquez et al., 2002: 201).

A los alumnos de los tres grupos se les explicó el significado de la investigación, su duración y objetivos para la mejora de la docencia y del aprendizaje a fin de recabar su asentimiento y cooperación a la experiencia. En cuanto a la exposición de la metodología a aplicar no causó retraso alguno en los alumnos: lógicamente en el grupo que

funcionaría con el método tradicional, alumnos del grupo '3ºA', los aspectos necesarios de explicación sobre el funcionamiento eran escasos y se hizo con brevedad y precisión. En la clase del grupo '3ºC' en la que se emplearon recursos audiovisuales se dieron breves y concisas explicaciones sobre el objetivo general de la investigación y su coherencia con las nuevas metodologías de la información y la comunicación. En la que se siguió la metodología del aprendizaje cooperativo, el grupo de '3ºB', se dedicó unos 25 minutos a explicarlo a los alumnos.

#### *5.4.1.4.- Delimitación de la investigación.*

La investigación experimental se llevó a cabo con todos los alumnos de tercer curso de la ESO, que se reparten de forma aleatoria en los tres grupos, así constituidos por la correspondiente comisión del centro educativo. Como en este caso el colectivo investigado se corresponde con el universo a estudiar, no cabe hacer referencias a los aspectos muestrales.

En cuanto a la delimitación temporal se puede exponer el calendario de fechas correspondiente a cada actividad en el año 2010: En la semana del 11 al 17 de octubre se pasó en las tres clases el test previo de motivación y en la segunda semana de diciembre, en concreto el día 9 se pasó el test de motivación posterior. El test previo consta de seis tipos de cuestiones: antecedentes causales de la motivación, la motivación en la clase, la capacidad motivadora de la Física, fuentes de la motivación, motivos dominantes y efecto motivador del proceso de la enseñanza–aprendizaje. El test posterior que se pasó una vez concluidas las fases de explicación, estudio y evaluación de resultados consta de dos tipos de cuestiones, el grado de motivación en clase y el potencial motivador de la Física. Ambos instrumentos son de elaboración propia, pero sometidos a consulta previa a diferentes expertos en el tema para que sean validados por ellos. Estos instrumentos están reproducidos en los anexos de la tesis.

La explicación y estudio de los temas de la investigación se han realizado en el aula durante el mes de noviembre del curso 2010 - 2011, se ha dividido en ocho clases, cada clase es de cincuenta minutos. El período de explicación de los cinco conceptos fundamentales - *densidad, presión, temperatura, volumen y calor* – se produjo desde el 25 de octubre al 28 de noviembre de 2010, iniciándose las clases para la investigación proyectada con el *test de ideas previas*, en la clase siguiente que correspondía se impartió la clase sobre el primer objetivo del tema, la densidad. En las sucesivas clases se

procedió a la explicación de los siguientes aspectos a tratar en el tema: la presión, el volumen y la temperatura, iniciando este ciclo de tres clases con la explicación de la teoría cinética. Las tres últimas clases se dedicaron al concepto del calor, gráficas de calentamiento y enfriamiento, calor específico y calor latente. Al final de esto, realizaron el test todos los alumnos a la misma hora, de acuerdo al cuadro de distribución de clases que sigue a continuación:

**Cuadro 1: Distribución de clases**

Clase 1	Test de ideas previas
Clase 2	Densidad
Clase 3	Teoría cinética
Clase 4	Presión y temperatura
Clase 5	Relaciones entre presión, volumen y temperatura
Clase 6	Concepto de calor
Clase 7	Relación entre calor cedido y calor absorbido
Clase 8	Gráficas de calentamiento y cambios de estado
Clase 9	Test final de conocimientos
Clase 10	Test motivacional posterior

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas escritas de evaluación tuvieron lugar el mismo día, 30 de noviembre de 2010 y a la misma hora para todos, durante el tiempo de dos horas, pero cada grupo en su aula. Estos tests también fueron sometidos a consulta previa de expertos antes de ser pasados a los alumnos.

En relación a los contenidos planteados para su estudio y relativos a la asignatura de Física parece conveniente clarificar ciertos aspectos. Los conceptos seleccionados se consideran fundamentales puesto que se corresponden con una parte sustancial de los estudios de física que están establecidos por las normas legales correspondientes y pareció sensato atenerse a dicha orientación. A fin de conocer el grado de comprensión que los alumnos han adquirido sobre los mencionados conceptos, en su evaluación se aten-

dió diferenciadamente a tres aspectos que se pueden considerar como necesarios y suficientes para verificar si han entendido y comprendido el contenido de los mencionados conceptos básicos de la termodinámica. Me refiero a las definiciones, a la elaboración de los ejercicios y a la resolución de los problemas en torno a esos cinco conceptos.

Respecto de las definiciones, lo que denomino la teoría, no presentan especial dificultad. Una vez determinado que la investigación se hacía sobre los cinco conceptos mencionados, se tomaron las definiciones elaboradas por la ciencia física que se encuentran en cualquier manual de texto de los alumnos de 3º de la ESO y que fueron las definiciones que se comentaron en clase, se trataron y se ejemplificaron con varios textos, explicando el significado de los mismos, los rasgos específicos y diferenciadores de los distintos conceptos.

En relación con los ejercicios seleccionados para la investigación experimental y sobre los que se hizo la evaluación, se seleccionaron atendiendo a la experiencia de profesor de física de los últimos siete cursos, se consultó a los restantes profesores de física del colegio y se analizaron varios libros de texto de diferentes editoriales, en orden a disponer de unos ejercicios adecuados a la media de los alumnos de tercer curso de la ESO. Con este bagaje de consulta previa se seleccionaron los ejercicios propuestos.

Respecto de la selección de los problemas se siguió una metodología semejante: se siguieron las fases ya recorridas y mencionadas para la selección de los ejercicios, experiencia personal y de los otros profesores, en este caso expertos en la materia; libros de texto aprobados por el Ministerio de Educación y de la Comunidad de Madrid, que presentaban diferentes editoriales y también tuvimos como guía el libro de Driver et al. (1989). Se puede decir que estas precauciones son necesarias y suficientes en orden a establecer unos contenidos de estudio, de explicación y de dificultad de aprendizaje y evaluación muy adecuados a un alumno medio de tercer curso de la ESO y también para asegurar unos pertinentes niveles de validez a las pruebas llevadas a cabo.

#### **5.4.2.- Segunda fase: técnicas de recogida de información.**

Concluida esta primera parte se da un paso adelante adentrándonos en la segunda fase de la investigación que comprende dos tipos de actividades, la primera orientada a la decisión y selección de los autores y obras pertinentes sobre la información correspondiente para la verificación del objetivo propuesto y una segunda se centra en el tratamiento empírico del problema de la investigación que se refiere a la viabilidad de los



instrumentos para recoger la información necesaria, la elaboración de los instrumentos para efectuar la mencionada recogida de la información en orden a la comprobación de los objetivos propuestos.

En la terminología específica de los manuales de metodología el asunto de especificar los procedimientos para recoger la información de contraste con las hipótesis de que se parte en la investigación suele denominarse diseño de la investigación. En la investigación convergen dos tipos de técnicas de recogida de datos que son de uso relevante en cada parte. En los primeros cuatro capítulos de la tesis se usa como técnica de recogida de información las fuentes documentales y en los capítulos seis, siete y ocho fundamentalmente se recurre a la encuesta mediante cuestionarios elaborados al efecto. No cabe duda que en una tesis doctoral, como en cualquier trabajo de investigación científica el recurso a las fuentes documentales es obligado. El saber en cualquier área que se trate no comienza desde cero, hay toda una tradición que es necesario conocer y de la cual se extraerán siempre elementos informativos de importancia.

El objetivo de la investigación era establecer un marco teórico bien fundamentado y actualizado sobre los conceptos esenciales de las ciencias de la educación: enseñanza, aprendizaje y enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, como insoslayable soporte de la investigación empírica.

Disponer de las fuentes documentales apropiadas es la técnica de recogida de datos imprescindible en cualquier investigación científica que se precie de tal. En relación con esta técnica fue necesario, desde el comienzo mismo de la investigación, identificar las principales obras sobre el problema de la investigación, los autores decisivos en asuntos tales como la educación, el aprendizaje, la enseñanza en general y la enseñanza de las ciencias físicas que constituyen los asuntos estudiados, analizados, ordenados y sistematizados con especial atención a las perspectivas más actuales sobre tales temáticas. Es de gran interés enmarcar el asunto concreto a estudiar en la reflexión que los autores modernos hacen sobre los asuntos concernientes al objeto de estudio de la tesis. Es obvio que algunos de los libros y autores que aparecen tienen únicamente el carácter de complementarios como por ejemplo los que tratan de temas estadísticos. En todo caso estimo que la apoyatura documental sobre la que se elabora el discurso de los cuatro primeros capítulos ( en torno a 300 citas) es cuantitativamente relevante. Sobre esta cuestión, se ha podido disponer de la colaboración de la Directora de la tesis. También se puede decir en este momento procesal de la tesis la utilidad y complementariedad de Internet con las bibliotecas y librerías en esta tarea. Se procedió de dos modos complementa-



rios: se inició la búsqueda y estudio de lo más general a lo más específico - diccionarios especializados, enciclopedias especializadas, manuales de texto, libros específicos y artículos o capítulos de libros- y se abrió una segunda vía de búsqueda y estudio atendiendo a la actualidad o antigüedad de la fuente documental a usar, procediendo a la revisión de las revistas especializadas o próximas al asunto a tratar desde las más actuales hacia los años precedentes. Además se ha contado con el asesoramiento de otros expertos y profesores que han publicado libros y artículos en áreas próximas del saber a la que se estaba estudiando. Los instrumentos preferidos para recoger y acumular la muy variada información conocida y necesaria para elaborar el texto de la tesis fueron los cuadernos y la acumulación de fichas ordenadas en las carpetas del ordenador.

En la parte empírica, la recogida de información se lleva a cabo mediante unos adecuados instrumentos, cuestionarios o test, que posibilitaron el acceso a la información necesaria para el contraste, verificación o falsación, de la hipótesis de que hemos partido en la investigación: *“Las hipótesis necesitan ser sometidas a una implicación contrastada. Durante años los estudiosos de estos asuntos sostenían que las hipótesis podían verificarse, es decir que sometidas a contrastación podía demostrarse que eran verdaderas. Los estudiosos de la lógica de esta cuestión pusieron en entredicho esta suposición y demostraron que desde el punto de vista lógico las hipótesis sometidas a contrastación sólo podían ser falsadas, es decir, que lo único factible era considerar si eran o no falsas”* (Fernández, 2010:28). Las conclusiones de la ciencia son siempre provisionales.

Los instrumentos de recogida de información fueron un doble test motivacional en orden a captar el conjunto de factores y circunstancias, internas o externas al proceso de enseñanza-aprendizaje que estimulan a los alumnos. Estos instrumentos se aplicaron antes del comienzo del proceso de enseñanza-aprendizaje específico para la investigación de la tesis y una vez concluido el mismo proceso para medir el efecto producido por la experiencia cuasi experimental. Por escrito se recogieron las respuestas de los alumnos a las cuestiones teóricas y prácticas, ejercicios y problemas, mediante los cuales se obtuvieron los resultados correspondientes a los conocimientos de la ciencia física respecto de los propuestos conceptos básicos de la termodinámica: densidad, presión, temperatura, volumen y calor, en relación con los distintos procedimientos metodológicos que se intentaba contrastar. Por último, se ha aplicado también un instrumento para recoger la información correspondiente al tipo destacado de inteligencia en cada uno de los alumnos con los que se hizo la investigación, relacionándolo con los procedimientos

metodológicos y cuyos resultados se recogen en los capítulos seis, siete y ocho de la tesis.

Del test centrado en el aprendizaje del alumno, se midió la fiabilidad por medio del método de las dos mitades, los coeficientes de fiabilidad que se emplearon fueron el de Spearman-Brown y la  $\alpha$  de Cronbach. Los valores son para el primero 0,73 y para el segundo 0,72. Son valores según Ruiz Bolívar (2007) que estiman que el instrumento tiene una fiabilidad alta.

Estos instrumentos son de elaboración propia basándonos en otros instrumentos similares y también en consultas a expertos. Como toda obra humana siempre son mejorables. En mi parecer, sin embargo, fueron adecuados para recoger la información necesaria y suficiente sobre el objetivo propuesto: se trataba de técnicas contrastadas para recoger el tipo de información necesaria, permitieron la suficiente precisión en las mediciones, se pasaron a los estudiantes en un clima de libertad, voluntad de colaboración y anonimato, que aseguran la validez de las respuestas halladas y en los casos se aplican mediante indicadores fiables, p.e., los conocimientos sobre los conceptos básicos de la termodinámica habían de implicar necesariamente aspectos teóricos como las definiciones pero habían de comprender asimismo la elaboración de ejercicios y la resolución de problemas. La ponderación de unos u otros en las calificaciones puede ser interpretable. La interpretación hecha tiene suficiente validez y fiabilidad y no crea problemas éticos o académicos de otro orden.

#### **5.4.3.- Tercera fase: tabulación, interpretación y análisis.**

Varias son las operaciones implicadas en esta fase, que fuimos desarrollando con nuestro mejor saber y entender. En su realización práctica arrastran serias dificultades, puesto que a veces es necesario decidir sobre el carácter más o menos significativo de unos datos y ello a veces puede ser discutible y sin duda mejorable. Los procesos imbricados en esta fase de la investigación se hicieron con conocimiento de lo que había que hacer y con la responsabilidad pertinente, contando siempre con la ayuda de la dirección de la tesis y de expertos en las técnicas de la investigación empírica. En los procesos de la discriminación, de la tabulación como también en el análisis e interpretación de los resultados todas las acciones en sus aciertos y errores corresponden en su totalidad al doctorando que llevó a cabo todas estas operaciones. La discriminación, en el sentido literal que le atribuye la Real Academia Española de la Lengua en el ámbito de

la Ciencias Sociales, significa “separar, distinguir y diferenciar una cosa de otra”, es decir, es una actividad orientada a descubrir, mediante la realidad de los hechos y resultados obtenidos, la información que conexiona los datos con los objetivos propuestos. Esta actividad se ha logrado plenamente sin excesos como puede verse por la lectura del texto de la tesis tanto en los capítulos de tipo empírico como en los correspondientes a los textos elaborados sobre el análisis de las fuentes documentales.

La tabulación o recuento de los resultados obtenidos a través de los correspondientes instrumentos se hizo, por parte del doctorando, vaciando todos los datos en el ordenador y mediante programas informáticos como Excel y Origin se ordenaron, se sistematizaron, se elaboraron porcentajes y medias con los resultados que se exponen en una secuencia sucesiva de cuadros en función de las variables dependientes a comprobar: las motivaciones, los conocimientos y los tipos estimados de inteligencia de los alumnos y todos esos resultados en relación con la variable independiente a comprobar, la influencia y el grado de influencia de los procedimientos metodológicos en los procesos de la enseñanza – aprendizaje de los alumnos investigados. Los resultados manifiestan a su vez las correlaciones establecidas entre esta variable y las demás variables, puesto que los procedimientos metodológicos apuntan directamente al objetivo general de la tesis. El efecto de esta tabulación son las tablas que aparecen en los capítulos seis, siete y ocho y están perfectamente identificadas, son claras y los resultados, en mi parecer, son suficientemente demostrativos. A veces los cuadros estadísticos se complementan con alguna representación gráfica, que viene a ser como la técnica que permite la representación de los datos de forma tal que la simple observación de la gráfica da la síntesis del fenómeno estudiado. En términos generales se hace con el propósito de resaltar el carácter significativo de unos determinados resultados. El criterio más operativo para la ordenación de los datos, consistió en agruparlos siguiendo unas exigencias lógicas que parecieron convenientes para construir ordenadamente las tablas estadísticas correspondientes. Cuando la ordenación se refiere a una sola variable o característica, suelen presentarse los datos en dos columnas: en la primera se explicitan las distintas modalidades o categorías (alternativas), que puede tener la variable en cuestión y en la segunda se coloca el número de frecuencias que polariza cada categoría o modalidad. Cuando los resultados se corresponden a dos características, se presentan en cuadros de doble entrada, que consiste en una primera fila, que representa los valores o modalidades de una de las variables y en la primera columna los valores o modalidades de la se-

gunda. En general nos hemos servido de los porcentajes, aunque a veces hemos hallado las medias para profundizar más en el significado de los resultados habidos.

La interpretación de los resultados se refiere a la comprensión y traducción lógica de los datos hallados, la información encontrada, para llegar a un conocimiento riguroso y lo más exacto posible de la cuestión perseguida. Una correcta interpretación exige del investigador información adecuada en cantidad y calidad, comprensión del problema, que significa comprender en profundidad las dimensiones de la cuestión a investigar y los objetivos perseguidos. La correcta interpretación cabalga sobre la adecuada aplicación de la lógica argumental y de la imaginación constructiva, resaltando las tendencias más destacadas y cuidando de no extrapolar su significado más allá de lo que los datos permiten. Se siguió un procedimiento de interpretación descriptiva, ponderando los hechos cuantificados y a veces de interpretación explicativa, interrogándose por las causas del problema y buscando establecer la relación explicativa entre los hechos producidos. En la redacción de la investigación se avanzó en la información hallada mediante su clasificación en función de los objetivos perseguidos y se agrupó la información en torno a los objetivos planteados, en orden a su validación, imponiéndose siempre el orden y lo sistemático como los aspectos importantes. En la redacción de los sucesivos capítulos se sigue un cierto formato a favor de la claridad expositiva: se inicia con un título significativo del contenido previsto, se explicitan los diferentes apartados en que se divide la exposición del contenido, que se relaciona con la materia ya expuesta en los precedentes capítulos y se concluye con una especie de síntesis de lo tratado y a veces también se explicita su conexión con la materia que se expone en el capítulo siguiente.

#### **5.4.4.- Conclusiones.**

A la operación de determinar el significado de los datos, los autores la denominan inferencia, que es la reflexión serena y documentada acerca del sentido del fenómeno educativo que se investiga. Las inferencias debidamente formuladas, ordenadas y redactadas, se convierten en una serie concatenada de conclusiones. La obtención de unas propuestas, acerca del problema investigado, depende tanto de los objetivos propuestos como también del valor de las pruebas que se han manejado, es decir, del vigor

demostrativo de la argumentación elaborada, desde los documentos tratados y de los resultados empíricos obtenidos.

Sucede con harta frecuencia, que los juicios sobre el problema, objeto de estudio, no rebasan el ámbito de las simples tendencias. Pero esta circunstancia es siempre previsible en el ámbito de los fenómenos educativos como también en las áreas humanísticas y sociales, por cuanto todas estas investigaciones se ocupan de comportamientos de individuos y grupos, que por su pertenencia al colectivo de los seres humanos, que gozan de cierta libertad, los resultados de sus conductas no siguen pautas absolutamente fijas. Por consiguiente en las conclusiones inexcusablemente habrá de tener reflejo esta realidad. Como investigador, cometería un grave error, si pretendiera forzar los hechos y decir lo que realmente no cabe del análisis de los datos recogidos. En este caso pues, las conclusiones seguirán siendo científicamente válidas y rigurosas, aun cuando se centren únicamente en señalar las tendencias obtenidas y siempre sin forzar el carácter significativo de los datos dentro de sus propios límites. Este es el modo como he elaborado las conclusiones a que llego en mi estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

ALMARCHA, A.; DE MIGUEL, A. et al., (1969), *La documentación y organización de los datos en la investigación sociológica*, Madrid: Confederación Española de Cajas de Ahorro.

ALVIRA, F., (1982), “La perspectiva cualitativa y cuantitativa en las investigaciones sociales”, Madrid: *Estudios de Psicología*, 11, 34 – 36.

\_\_\_ (1984), “La investigación Sociológica”, en SALUSTIANO DEL CAMPO, *Tratado de sociología I*, (61-94) Madrid: Taurus.

ANDRESKI, S., (1973), *Las ciencias sociales como forma de brujería*, Madrid: Taurus.

ARANGUREN, J. L., (1967), *La comunicación humana*, Madrid: Guadarrama.

ARON, R., (1967), « Qu'est-ce qu'une théorie des relations internationale? », en *Revue Francaise de Science Politique*, p. 837 – 861.

\_\_\_ (1970) *Las Etapas del Pensamiento Sociológico*, Buenos Aires: Siglo Veinte.

- BLAZQUEZ E.F. y LUCERO F.M. (2002). "Los medios y los recursos en el proceso didáctico", en MEDINA R., A. Y SALVADOR M., F. Coord. (2002). "Enfoques, teorías y modelos de la Didáctica", en *Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- BROWN, W. (1910). Some experimental results in the correlation of mental abilities. *British Journal of Psychology*, 3 (3), 296-322.
- BUNGE, M., (1963) *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Ares: Siglo Veinte.
- \_\_\_\_ (1972), *La investigación científica*, Barcelona: Ariel.
- CAMPBELL, T. (1992), *Siete teorías de la sociedad*, Madrid: Cátedra.
- CAMPO, S., (1962), *La sociología científica moderna*, Madrid: Instituto de Estudios Políticos.
- \_\_\_\_ (1975), "Empirismo", "Hipótesis", en el *Diccionario de Ciencias Sociales*, Madrid: Instituto de Estudios Políticos, vol. I.
- CASTILLO, J., (1998), *Introducción a la Sociología*, Madrid: Guadarrama.
- CHINOY, E., (1968), *La Sociedad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- CICYT, (2007), *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología*, Madrid: edita FECYT.
- COHEN, M., (1965), *Razón y naturaleza*, Buenos Aires: Paidós.
- COMTE, A., (1993), *Discurso sobre el espíritu positivo*, Madrid: Alianza.
- CRONBACH, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of the test. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- DURKHEIM, E., (1965), *El suicidio*, Buenos Aires: Schapire.
- \_\_\_\_ (1974), *Las reglas del método sociológico*, Madrid: Morata.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, J., (2010) "¿Cómo se hace la ciencia? Y ¿Cómo se comportan los científicos?", en MACEIRAS, M. y MÉNDEZ, L. *Ciencia e investigación en la sociedad actual*, Salamanca: san Esteban.
- FERRATER MORA, J., (1951), "Teoría" en el *Diccionario de Filosofía*, Buenos Aires: Sudamericana.
- GARCÍA GARCÍA, E., (1997). Inteligencia y Metaconducta. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 50, 297-312.
- GARCÍA GARCÍA, E. Y MUÑOZ, J. (1999). *Teoría evolucionista del conocimiento*. Madrid: Editorial Complutense.
- GARCÍA GARCÍA, E., (2001) *Mente y cerebro*. Madrid: Síntesis.

- \_\_\_\_ (2005). Teoría de la mente y desarrollo de las inteligencias, en *Educación Desarrollo y Diversidad*. Vol. 8, 1, 5-54.
- \_\_\_\_ (2007). *Nuevas perspectivas científicas y filosóficas sobre el ser humano*. Madrid: Universidad Comillas.
- \_\_\_\_ (2008). “Neuropsicología y educación. De las Neuronas Espejo a la Teoría de la Mente”, en la *Revista de Psicología y Educación*, 3,1, 69-89.
- GARDNER, H. (1983), *Frames of Mind. The Theory of Multiple Intelligences*, Nueva York: BasicBooks.
- \_\_\_\_ (1988): *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidós.
- GIBSON, Q., (1961), *La lógica de la investigación social*, Madrid: Tecnos.
- GONZÁLEZ SEARA, L., (1971), *La sociología, aventura dialéctica*, Madrid: Tecnos.
- GOODE, W.J. Y HATT, R.K., (1952), *Methods in Social Research*, New York: McGraw-Hill Book Co..
- HORTON, P.B. Y HUNT, C.L., (1976) *Sociología*, Madrid: Mc Graw-Hill.
- IGLESIAS, M.C. et al., (1989), *Los orígenes de la teoría sociológica*, Madrid: Akal.
- INKELES, A., (1982), *¿Qué es la Sociología?*; México: UTEHA.
- KAPLAN, A., (1964), *The Conduct of Inquiry Chandler*, San Francisco: Publishing Co..
- KUDER, G. F., y RICHARDSON, M. W. (1937). The theory of estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2, 151-160.
- LATORRE, A., DEL RINCÓN, D. Y ARNAL, J., (2005), *Bases metodológicas de la investigación educativa*, Barcelona: Ediciones experiencia.
- LININGER, CH. A. Y WARWICK, D.P., (1978), *La encuesta por muestreo*, México: CECSA.
- MACEIRAS F., M. (2002), *Metamorfosis del lenguaje*, Madrid: Síntesis;
- \_\_\_\_ (2007), *La experiencia como argumento* Madrid: Síntesis;
- MACEIRAS F. M. y MÉNDEZ F.L. (coord.) (2010) *Ciencia e investigación en la sociedad actual*, Salamanca: san Esteban.
- MARX, K. (1845), *La miseria de la filosofía*. Madrid: Aguilar, ed. 1979.
- MARX, K.Y ENGELS, F., (1975), *Manifiesto del partido comunista*, Buenos Aires: Ateneo.
- MEDINA R., A. Y SALVADOR M., F. Coord. (2002). “Enfoques, teorías y modelos de la Didáctica”, en *Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.



- MÉNDEZ F.L., (2009), “La sociedad del conocimiento”, en MACEIRAS, M. y MEJÍ-AS, R. y otro, *Investigación e innovación*, Salamanca: san Esteban.
- MONTESQUIEU, CH. L. DE, (1972), *Del espíritu de las leyes*, Prefacio, Madrid: Tec-  
nos.
- ORTEGA Y GASSET, J., (1939), *Ensimismamiento y alteración*, Buenos Aires: Espasa  
– Calpe.
- \_\_\_ (1986), *La rebelión de las masas*, Madrid: Espasa-Calpe.
- PARETO, V. (1916) *Tratado de sociología general*. Madrid: Alianza
- PEARSON, K., (1971), *The Grammar of Science*. London: A. y C. Black.
- POPKEWITZ, T., (1988), *Paradigma e ideología en investigación educativa*. Madrid:  
Mondadori.
- POPPER, K.R. (1970) *El historicismo*, Madrid: Taurus.
- \_\_\_ (1973), *La lógica de la investigación científica*, Madrid: Tecnos.
- QUINTANA C., J. M<sup>a</sup>, (1989), *Sociología de la Educación*, Madrid: Dykinson.
- REICHENBACH, H., (1965), *Moderna filosofía de la ciencia*, Madrid: Tecnos.
- RUIZ BOLÍVAR, C. (2003) *Confiabilidad*. Programa de doctorado de UPEL.
- SIERRA B., R. (1979) *Técnicas de Investigación Social*, Madrid: Paraninfo.
- \_\_\_ (1991), *Tesis Doctorales*, Paraninfo, Madrid.
- SPEARMAN, C. (1910). Correlation calculated from faulty data. *British Journal of  
Psychology*, 3 (2), 271-295.
- SPENCER, H. (1873) *La sociología descriptiva*. London: Williams&Norgate.
- TÖNNIES, F. (1887) *Comunidad y asociación*. Ed. 2009. Granada: Comares.
- VÁZQUEZ, J. M Y ORTEGA, F., (1976), “El método en la sociología”, Madrid: ISA-  
MA: RS. *Cuadernos de Realidades Sociales*, 9, 28 – 45.
- VISAUTA V., B., (1989), *Técnicas de investigación social*. Barcelona: Promociones y  
Publicaciones Universitarias.
- WEBER, MAX, (1964), *Economía y sociedad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- \_\_\_ (1982), *Ensayos sobre la metodología sociológica*, Buenos Aires: Amorortu.
- \_\_\_ (1992), *La ciencia como profesión. La política como profesión*, Madrid: Espasa –  
Calpe.
- ZUBIRI, X. (1982) *Discurso de recepción del premio Ramón y Cajal*. 18-10-1982. YA.  
Madrid. 19-10-1982.
-





## **Capítulo 6: ASPECTOS MOTIVACIONALES DE LOS ALUMNOS**

### **C O N T E N I D O:**

#### **6.1.- Organización metodológica y funcionamiento de la clase**

6.1.1.- El grupo tradicional

6.1.2.- El grupo cooperativo

6.1.3.- El grupo tic

#### **6.2.- Realización del test de motivación anterior**

6.2.1.- Descripción del test de motivación

6.2.2.- Resultados antecedentes al estudio

6.2.3.- Motivación en la clase

6.2.4.- Motivación y materias que cursan

6.2.5.- Motivación, asignaturas y procedimiento

6.2.6.- Interés por cada asignatura

#### **6.3.- Interés de los alumnos por la física**

6.3.1.- Respuestas de los alumnos

6.3.2.- Fuentes de motivación

**6.4.- Motivos dominantes en el estudio de la Física.**

**6.5.- Efecto motivador del proceso enseñanza - aprendizaje**

6.5.1.- Motivación y situaciones de los alumnos

6.5.2.- Test posterior de motivación

6.5.3.- Otros resultados aprueban el objetivo de la tesis

6.5.4.- Potencial motivador de la física.

**6.6.- Síntesis**

**Bibliografía**

## **Capítulo 6: ASPECTOS MOTIVACIONALES DE LOS ALUMNOS**

Pese a las numerosas críticas que la metodología weberiana haya recibido no cabe duda que tiene una importancia capital en el área de los saberes educativos, humanos y sociales, puesto que Weber ha comprendido la necesidad de avanzar en la captación de las múltiples y variadas motivaciones sobre las que se apoya la conducta humana, que no es reducible a procedimientos estadísticos. El autor resaltó la importancia del estudio de situaciones concretas y singulares, por contraposición a las grandes generalizaciones, poniendo de relieve la inseparable conexión entre causalidad y significación en los comportamientos humanos y la motivación de los comportamientos humanos como hemos tratado en el capítulo anterior.

Con este capítulo, dedicado al estudio de las motivaciones subyacentes a la conducta de los estudiantes de 3º curso de la ESO en el estudio de la materia de Física, se inicia la exposición, interpretación y análisis de los resultados obtenidos mediante la investigación empírica llevada a cabo. El orden que se sigue en esta parte me parece el más adecuado: se inicia con un capítulo dedicado a la metodología (cap. 5) ya expuesto, sigue el capítulo sexto dedicado al estudio de las motivaciones que animan a los estudiantes en el estudio de la física. En el capítulo séptimo se consideran el análisis de los resultados obtenidos sobre los conocimientos teóricos y prácticos de los conceptos propuestos para concluir luego en el capítulo octavo con las relaciones entre los tipos de inteligencia y los procedimientos metodológicos que se pretendía verificar. Por último se termina la tesis con un breve capítulo nueve dedicado a las conclusiones del estudio.

Este capítulo se estructura en los cinco apartados siguientes: en primer lugar se expone de manera breve las líneas maestras de organización y funcionamiento de la clase tomando como criterio los tipos metodológicos que sometemos a prueba en la investigación. Se exponen en segundo lugar los resultados obtenidos mediante el test de motivación que se denomina previo y que cumplimentaron los estudiantes con anterioridad al estudio de los mencionados conceptos de la termodinámica objeto de la investi-

gación. Dentro de este estudio se seleccionaron aquellos resultados motivacionales que hacen referencia específica al estudio de la física y que fueron objeto de análisis en el tercer apartado. En cuarto lugar y dentro del impulso motivador de los estudios de física, se procedió a identificar y analizar los impulsos dominantes, es decir, aquellos motivos que deciden la conducta de los alumnos en relación con los estudios de física. El último apartado que se trata en este capítulo se corresponde con la interpretación y análisis de los efectos motivadores que supuso para los estudiantes el proceso de enseñanza – aprendizaje que se llevó a cabo con la investigación empírica. A ello se dedicó el test que denomino posterior por la circunstancia que fue realizado cuando ya se había concluido el proceso empírico de la investigación. Este capítulo concluye con una breve síntesis en que se recogen las aportaciones más relevantes sobre los asuntos de motivación imbricados en la investigación.

## **6.1. Organización metodológica y funcionamiento de la clase**

El comportamiento de los alumnos en clase, en mi parecer, ha sido muy revelador del grado de motivación y atención que tenían, además del ejercicio intelectual que estaban realizando para obtener el mayor rendimiento. En el presente apartado se hacen las pertinentes consideraciones sobre este asunto de manera relativa a cada uno de los tres grupos con los que se trabaja, empezando por la exposición detallada de la la organización de la clase:

**6.1.1.- El grupo tradicional.** En este grupo, se dedicaba gran parte del tiempo a leer la lección del libro de texto y a las explicaciones del profesor. *El procedimiento es el siguiente:* un alumno lee en voz alta, posteriormente los alumnos realizan las preguntas convenientes o necesarias para entender el texto leído. En este grupo, durante los cincuenta minutos de duración de la clase, en general solía reinar un mayor silencio que en los otros grupos. Sin embargo, había alumnos con la mirada perdida, algunos dibujaban en el libro, otros jugaban con papeles llegando alguno a tirárselos a otro, lo que distrajo a varios alumnos durante una de las clases. Se percibía que no prestaban gran atención y, al no atender, no sabían qué se había leído en el libro, de hecho en clase cuando pedía a otro alumno que siguiera, era habitual que no supiera por dónde iba.

*Preguntas de los alumnos.* En esta clase se hicieron menos preguntas que en las dos restantes, cabe destacar además que ningún alumno realizó pregunta alguna de curiosidad, p.e., ¿por qué no aumenta la temperatura en un cambio de estado?, ¿hasta cuánto puedo aumentar la presión? O ¿cómo es que el agua se puede volver líquida a menos de 0°?. Preguntas que, en cambio, se hicieron en las otras aulas.

*Tareas.* Se le asignó la tarea de llevar varios ejercicios para que hicieran ya en el tiempo que se dejó para que trabajaran ya para que se los llevaran a casa. Casi ninguno los realizó durante el tiempo que se les dejó para sus trabajos. Únicamente tres alumnos, de 33 que había en clase, se pusieron a trabajar inmediatamente. No obstante, al día siguiente, a excepción de seis (18 %), los restantes veintisiete alumnos trajeron hechos los ejercicios.

*Preguntas del profesor.* En los dos días siguientes pregunté a los alumnos de forma oral e individualmente: en el primer día 2 de 13 consiguieron responder de forma correcta y el segundo día 2 de 8, es decir, de los 21 alumnos a los que se le preguntó por lo explicado, tan sólo 5 respondieron correctamente, menos de un 25%. Respondieron cosas tan contrarias a lo que decía el libro como que la temperatura es una medida del calor, mezclaron los conceptos de calor y temperatura, que la presión y la temperatura son inversamente proporcionales, que la presión es la fuerza que realiza un objeto sobre sí mismo, etc.. Estas son las respuestas vistas en el test de ideas previas, sin embargo los alumnos de los otros grupos, luego de las explicaciones y del trabajo en el aula, en su mayoría habían cambiado dichas concepciones, en cambio en los alumnos de este grupo no se produjeron cambios en sus concepciones alternativas.

*Al final, los test de motivaciones y de conceptos* reflejaron esta realidad: el grupo asimiló menos los conceptos aunque se leyeron en clase y se explicaron las definiciones, conceptos, ejercicios y gráficas del texto. Además el grado de motivación fue notablemente menor que en el resto de grupos.

**6.1.2.- En el grupo cooperativo,** hablaron más los alumnos, se siguió el libro de texto, se emplearon recursos audiovisuales con animaciones hechas en java (applets), se organizaron en grupos pequeños de 3 ó de 4. En la integración de los alumnos en sus respectivos grupos tuve en cuenta la facilidad o dificultad que tenían algunos alumnos

para aprender e hice algunas correcciones sobre los grupos diseñados por los alumnos en orden a una mayor homogeneidad.

*Distribución de los alumnos.* En todos los grupos en que había alumnos de gran facilidad para las ciencias puse a dos alumnos con ciertas dificultades. En general, el alumno con facilidad cumplió bien el papel de ‘profesor’ de alumnos con dificultad, en otros casos seleccioné a tres o cuatro alumnos de capacidades similares, de esta forma realizaban los problemas o pensaban las soluciones a las cuestiones que se les planteaba en clase de manera individual, luego tenían un tiempo para discutir las diversas soluciones y llegar a la solución correcta o más acertada de las que presentaban.

*Atención y participación en clase.* En el funcionamiento de estas clases, los alumnos estaban muy atentos, además de las preguntas que buscaban una mayor explicación sobre el asunto, se hacían preguntas de curiosidad e interés, que iban más allá del simple temario, p.e., qué calores específicos son más altos, dentro de una sustancia subirá la temperatura más rápido en estado gaseoso o en estado sólido, a cuánta presión tendría el agua en estado gaseoso a 0°, etc..

*Control de la clase.* En este tipo de clases es posible que el control sobre el funcionamiento de la clase adquiera una mayor complicación. Tuve además la oportunidad de percibir que es bastante difícil que todos los grupos sean equilibrados y que las personas seleccionadas para los grupos estén todas satisfechas. Un grupo no consiguió trabajar bien con sentido de equipo o grupo y estuvo un poco perdido. La razón, en mi parecer, estaba fuera del aula porque, habían tenido algún problema entre ellos fuera del colegio, durante el período en el que se realizó la experiencia. Sin embargo, el resultado final de dichos alumnos no fue malo y mantuvieron su nivel.

*Tareas.* En cuanto a las tareas, se les entregaron varios ejercicios para que los hicieran en casa y su actitud fue muy diferente de la que había tenido el grupo tradicional: ellos lo tomaron como otras tareas para la clase y se pusieron a realizarlas de inmediato individualmente y luego compartieron los resultados. Al final de la clase, muchos ya los habían terminado. Al revisar los cuadernos al día siguiente, 5 alumnos no los habían realizado, menos de 16%. En este aspecto el resultado fue muy similar al observado en el grupo tradicional.

*Preguntas del profesor.* Dos días seguidos pregunté a los alumnos de forma oral e individualmente, el primer día acertaron la respuesta 9 de 14 y el segundo día 8 de 13, se preguntó a 27, de los cuales 17 respondieron de forma adecuada, más del 62%, en este caso se obtuvo más del doble de aciertos que en el grupo tradicional. En cuanto a las respuestas incorrectas, algunos alumnos seguían con sus concepciones alternativas como, por ejemplo, que el calor no pasa entre líquidos inmiscibles aunque estén en contacto. Otro alumno respondió erróneamente que la presión es la energía desprendida por el choque de las partículas, sin embargo es una respuesta que va más allá de las concepciones alternativas de los alumnos, al menos ya habla de partículas a la hora de definir la presión. Sí diferencian entre temperatura y calor.

*Colocación de los alumnos en la clase.* Los alumnos en clase se colocaban en grupos según lo establecido al comienzo del tema y se constituían los grupos informales para hacer frente al objetivo concreto del día. Juntaban las mesas de tal forma que se pudieran ver las caras. Si bien estos previos ralentizaban el comienzo de la clase, sin embargo después repercutiría en una mayor motivación y asimilación de los contenidos.

*La explicación de contenidos* se realizaba con base en las preguntas que ellos realizaban tomando pretexto de las respuestas que ellos ofrecían. Además se empleaba de vez en cuando alguna animación o video para repasar los puntos vistos el día anterior o para resolver alguna duda que no llegaba a resolverse de forma convincente por otros medios, como por ejemplo, la distinción entre peso y masa, por qué el aceite se queda encima del agua cuando se mezclan, etc..

*Ejercicios y problemas.* La parte teórica y conceptual se alternaba con ejercicios sencillos y problemas a razonar para que descubrieran las soluciones, siempre primero de forma individual y después mediante la comunicación dentro del grupo. Existían algunos alumnos que se distraían en ocasiones pero eran una minoría, algunos también dibujaron en el libro o en el cuaderno pero en un número muy escaso y mucho menor que en el grupo tradicional.

*Motivación.* Esta sensación de mayor comprensión de los contenidos y de mayor motivación se vio reflejada en los test finales logrando una puntuación claramente mejor en el test de contenidos y también manifestando una mayor motivación y gusto por la asignatura de física de lo que mostró el grupo tradicional.



**6.1.3.-El grupo tic.** En tercer lugar está el grupo tic, estos alumnos solo emplearon el libro de texto para algunos ejercicios, no se organizaron en grupos para trabajar en equipo, sino que trabajaron de forma individual. La única ayuda que tuvieron fueron las páginas web empleadas por el profesor y la pizarra digital. Las animaciones empleadas cautivaron a los alumnos, las distracciones de los primeros días fueron muy pocas y se iniciaron en especial al final de la clase, después de los primeros cuarenta minutos los alumnos mostraban signos claros de cansancio y falta de atención.

*El control de la clase* fue ligeramente más complicado que en el grupo tradicional ya que algunos alumnos creyeron que, por tener en ocasiones las luces apagadas, podrían comportarse de cualquier manera.

*Preguntas de los alumnos.* Los alumnos durante las clases hicieron preguntas, además de las relativas al conocimiento y a una mayor explicación del tema, otras interesantes y curiosas como el modo de variar la presión con la altura, la densidad del aire, etc.. Todos los días se realizaba un resumen muy sencillo, de lo aprendido el día anterior, utilizando de modo rápido las páginas web empleadas en la clase. De esta forma les hacía ver lo que habían descubierto en la clase del día anterior.

*Ejercicios.* A este grupo les entregué algunos ejercicios para que los resolvieran, unos se pusieron a realizarlos en clase. Al día siguiente comprobé que seis alumnos no habían hecho los ejercicios, lo que supone que el 21 % de los 28 alumnos no hizo los ejercicios.

*Preguntas del profesor.* Dos días consecutivos pregunté en clase, el primer día acertaron 8 de 11 alumnos y el segundo día 6 de 11, es decir, se preguntó a 22 alumnos de los que respondieron de forma acertada 14 alumnos, más de un 63%. Por supuesto, algunos emplearon en las contestaciones sus concepciones alternativas como que la presión es la fuerza sobre un objeto, que el calor es la temperatura caliente o cosas semejantes.

*Atención.* La atención y comprensión de los contenidos empeoró un poco, en mi parecer, tal vez pudiera deberse a cierto exceso de los medios audiovisuales, sin embargo el resultado en los test de motivación y de contenidos fue bastante positivo.

Los resultados obtenidos por los tres grupos en los ensayos llevados a cabo en la clase en relación con preguntas orales y los ejercicios realizados son las que aparecen en la tabla nº 1 que sigue a continuación.

**TABLA 1. : PRUEBAS INTERCALADAS EN LAS EXPLICACIONES**

METODOLOGÍA	RESPUESTAS CORRECTAS	FALTA DE EJERCICIOS	SENSACIÓN
Tradicional	24%	18%	De aburrimiento.
Cooperativo	62%	16%	Atención y aprovechamiento del tiempo.
Tic	63%	21%	Atención y tedio al final de la clase.

FUENTE: Elaboración propia.

## 6.2.- Realización del Test de motivación anterior.

Los alumnos, antes de empezar las clases sobre los temas de la investigación, realizaron un test motivacional. Algunos alumnos habían tenido el curso anterior, 2009/2010, la asignatura de ciencias naturales de la que se imparte en el primer trimestre un curso biología y geología, en únicamente parte del segundo química y en el tercero física. Por consiguiente, en el test se justificaba hacer las pertinentes preguntas a los alumnos sobre los conceptos de física y de química. El test lo complementaron los alumnos de forma anónima para que les permitiera responder con gran libertad.

**6.2.1.- Descripción del test de motivación.** Este test tiene seis partes: antecedentes causales de la motivación, grado de motivación en clase y su rendimiento, potencial motivador de la física como asignatura, fuentes de motivación, motivos dominantes y efecto motivador del proceso de enseñanza - aprendizaje.

En la primera parte, *los antecedentes causales de la motivación* tienen como objetivo que el alumno manifieste sus expectativas y motivaciones a priori ante el curso que comienza. Se tratan asuntos como la responsabilidad de los alumnos, del profesor y de los demás en el éxito o fracaso. Esta parte es importante para saber si los alumnos son conscientes de la responsabilidad que han de asumir, qué expectativas tienen de éxito y cuál es su autoconfianza.

En la segunda parte, *el grado de motivación en clase y su rendimiento* tiene como objetivo que el alumno manifieste su rendimiento en el curso pasado, calificando simultáneamente su grado de interés, la atención y el esfuerzo por aprender, el grado de dedicación y la satisfacción global. Algunas de las cuestiones de interés para las que se solicita la respuesta del alumno, se refieren a la asignatura que más le interesa y la que menos interés le despierta, a la que más atención presta y a la que menos, en la que más se esfuerza y en la que menos, en la asignatura en la que trabaja con mayor constancia y en la que menos, por último, deben poner los alumnos la asignatura que más les gusta y la que menos. Esta segunda parte del test se repetirá después de las explicaciones del experimento. De esta forma se pretende poner de manifiesto si la aplicación de las diferentes metodologías afecta al grado de motivación y de rendimiento. Los posibles cambios a percibir después de la explicación de los temas pondrán evidencia la mejora o empeoramiento de la motivación y de la atención.

En la tercera parte, se encuentra la cuestión *del potencial motivador de las asignaturas* que cursa y de la física en el contexto de las restantes asignaturas: matemáticas, lengua, inglés, ciencias sociales, física, química, tecnología, educación física, biología y geología y educación plástica y visual. Se especifica algo más respecto de la física: se solicita que los alumnos manifiesten las razones de la puntuación atribuida a la asignatura de física.

Esta tercera parte *se realiza una segunda vez* después del proceso de recogida de datos en la investigación. De esta manera se puede percibir la influencia que ha tenido cada organización metodológica en el interés por la asignatura de física en el transcurso de las primeras fases de la investigación. También es un hecho que el grupo tradicional, al calificar las asignaturas, descubre si esta metodología ha hecho cambiar su interés y si ese cambio genera, a su vez, cambios respecto de las restantes asignaturas. Los alumnos no son máquinas y no van a mantener una calificación durante un mes de todas las asignaturas sino que habrá algunas que les estén gustando más o menos que antes y cambiarán la nota que le hayan puesto. Es obvio también que las personas, en este caso los alumnos tienen sus momentos en los que son más propensos a calificar negativamente y hay momentos en los que las personas están más satisfechas y esto también influye en la puntuación. Estas circunstancias de la vida real se han tenido en cuenta para cumpli-

mentar de nuevo el Test a fin de que el alumno tenga la oportunidad de replantearse nuevas calificaciones para todas las asignaturas.

En la cuarta parte, *en el test se atiende a las fuentes motivacionales sobre la materia de física*. En este caso se pretende que el alumno manifieste sus intereses sobre el conocimiento de los fenómenos naturales, el contexto familiar y social, las características de la física en comparación con otras asignaturas, los materiales de esta materia, el libro de texto, las cualidades del profesor, etc.. Esta parte tiene como objetivo inmediato conocer las actitudes de los alumnos sobre los conceptos explicados o a explicar y los materiales con que se cuenta en la asignatura de física.

En la quinta parte, *el test trata de los motivos dominantes para el estudio de la física*: se pretende calificar la importancia de la materia de cara al futuro como el trabajo, el interés en conocer la cultura científica y el afán por conocer dispositivos y conceptos científicos en los medios de comunicación de masas. Esta parte desvelará si los intereses del alumno obedecen a una motivación intrínseca o extrínseca. La motivación intrínseca es más fuerte, es algo que mueve por razones internas a la acción y no por lo que desde fuera de la acción vayan a darle, es decir, no por el premio o castigo de los padres, que es el ejemplo típico de motivación extrínseca. Si un alumno se mueve por motivación intrínseca será más fácil que pueda vencer los obstáculos que se le presentan con normalidad ante el estudio de una materia como no entender un concepto, dificultades a la hora de elaborar determinados ejercicios o de resolver ciertos problemas...

La última parte tiene como objetivo que *el alumno muestre el efecto motivador que tienen sobre él las situaciones que acompañan el proceso de la enseñanza - aprendizaje*. Estas situaciones van desde las felicitaciones del profesor, el castigo, la dificultad o facilidad de las tareas, los buenos resultados, participar en la evaluación y en las decisiones curriculares, el trabajo individual o en grupo, establecer competiciones en clase, descubrir los fenómenos por uno mismo y el uso de medios audiovisuales. Esta parte puede ser de utilidad para conocer si una clase está a favor de que se empleen las TIC, uno de los tres escenarios metodológicos que se emplearán en la actividad investigadora de la tesis, además están otras preguntas acerca de la motivación ante el trabajo individual y en grupo, que constituyen específicas dimensiones sobre las que resulta de interés conocer las motivaciones de los alumnos.

Después de haber hecho una explicación de cada parte del test, resta centrar la atención en los resultados del test. El test tal como se utilizó se encuentra en el segundo apéndice de la tesis, donde se ofrecen los instrumentos utilizados.

**6.2.2.- Resultados: antecedentes de la motivación.** Las respuestas a las preguntas del test se establecen en una escala de 1 a 5 a la que se asignan los valores siguientes: 1 es muy bajo, 2 bajo, 3 indiferente, 4 alto y 5 muy alto.

*a) La primera pregunta consiste en que el alumno puntúe con la escala mencionada sus propias capacidades para el aprendizaje de la física y la química.* Los resultados porcentuales se presentan en la tabla siguiente en función de los grupos metodológicos y de la puntuación alcanzada:

**TABLA 2.: AUTOEVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y QUÍMICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	16%	7%	10%
4	38%	31%	46%	38%
3	49%	41%	37%	42%
2	3%	3%	7%	5%
1	3%	9%	3%	5%

FUENTE: Elaboración propia

En torno a un 50% se consideran capaces, únicamente existe un 10% que se ve incapaz de aprender física y química, al ser un curso de secundaria aún no se han decantado por letras y ciencias que es el momento en el que este porcentaje se incrementa considerablemente. En cuanto a la diferencia entre las clases no se aprecian diferencias significativas.

*b) La segunda pregunta trata del grado de autosuficiencia, independencia y autoeficacia para realizar las tareas de aprendizaje y los resultados se ofrecen en la tabla que sigue:*

**TABLA 3.: AUTOEVALUACIÓN DE LA PROPIA SUFICIENCIA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	23%	17%	16%
4	31%	50%	23%	35%
3	45%	27%	43%	38%
2	10%	0%	17%	9%
1	7%	0%	0%	2%

FUENTE: Elaboración propia.

Los alumnos, al haber recibido siempre clases según el método tradicional, se consideran con cierta independencia y suficiencia en su aprendizaje, de hecho sólo un 11% se ve dependiente en sus tareas de aprendizaje. Destacan los resultados de los alumnos integrados en el grupo metodológico cooperativo que manifiestan un alto grado de autosuficiencia e independencia (73 %). También es verdad que los alumnos tienen 14-15 años que es el momento en el que tienden con cierta facilidad a considerarse independientes.

*c) Con la tercera pregunta se trata de puntuar las necesidades de éxito académico: ganas de aprender, lograr buenas notas y superar obstáculos. Los resultados se ofrecen en la tabla siguiente:*

**TABLA 4.: AUTOEVALUACIÓN DEL ÉXITO ACADÉMICO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	34%	56%	29%	40%
4	45%	28%	53%	41%
3	21%	13%	16%	17%
2	0%	3%	3%	2%
1	0%	0%	0%	0%

FUENTE: Elaboración propia.

La cuestión presentada no discrimina el tipo motivacional, interno o externo, se centra únicamente en la circunstancia de si el alumno está o no motivado para el éxito académico. La tendencia están muy definida: sólo un 2% manifiesta que tiene poca necesidad de éxito académico, mientras que un 81% de los alumnos investigados mani-

fiesta tener gran necesidad de este éxito. No se manifiestan especiales diferencias entre las diversas clases antes de aplicar las diferentes metodologías.

*d) En la pregunta cuatro los alumnos han de establecer el grado de necesidad de búsqueda de ayuda en algún familiar, ingeniero o arquitecto.*

**TABLA 5.: AUTOEVALUACIÓN DE LA AYUDA DE SU ENTORNO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	9%	10%	9%
4	17%	19%	17%	17%
3	23%	22%	23%	23%
2	20%	16%	33%	23%
1	33%	34%	17%	28%

FUENTE: Elaboración propia.

Contrastan los resultados de la tabla precedente con los obtenidos en la segunda pregunta (Tabla nº 3) de esta parte, en la que los alumnos se consideraban independientes. En la cuestión que nos ocupa más de una cuarta parte de los alumnos necesitan buscar ayuda, en cambio, en la segunda pregunta se consideraban dependientes en sus tareas tan sólo un 11%. Tal vez, los resultados obtenidos en esta pregunta se correspondan con una situación de mayor realismo, ya que a los niños de esta edad constatar un hecho como que pregunta a los padres cuando tiene dudas o a un amigo es más fácil que medir una sensación como es la autonomía. Otro rasgo a señalar es el siguiente: la polarización de frecuencias en los valores 5, 4 y 3 son cuantitativamente iguales en los alumnos de los tres grupos, lo que significa escasa o nula influencia del procedimiento en los resultados.

*e) La pregunta cinco pretende que el alumno manifieste a quién atribuye sus éxitos y fracasos.* Las respuestas obtenidas las agrupamos en tres tablas según el sujeto de atribución que el alumno hace: depende de él mismo, del profesor o de las personas que le rodean, como familiares o amigos

**TABLA 6.: LOS ÉXITOS Y FRACASOS DEPENDEN DE UNO MISMO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	34%	41%	57%	44%
4	52%	38%	30%	40%
3	14%	21%	10%	15%
2	0%	0%	3%	1%
1	0%	0%	0%	0%

FUENTE: Elaboración propia.

Los alumnos consultados se ven claramente como los máximos responsables de su aprendizaje y de su éxito en las materias.

**TABLA 7.: LOS ÉXITOS Y FRACASOS DEPENDEN DEL PROFESOR**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	13%	10%	10%
4	3%	19%	20%	14%
3	28%	25%	30%	28%
2	41%	18%	20%	26%
1	21%	25%	20%	22%

FUENTE: Elaboración propia.

En este caso, casi el 25% de los alumnos reconoce la especial influencia del profesor en su aprendizaje y consiguientemente en su fracaso y éxito. Sin embargo, es significativo que casi el 50% afirma que su aprendizaje es casi independiente del profesor.

**TABLA 8.: LOS ÉXITOS Y FRACASOS DEPENDEN DE LAS PERSONAS DEL ENTORNO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	0%	3%	3%	2%
4	12%	19%	3%	11%
3	27%	22%	24%	24%
2	27%	28%	30%	28%



1	34%	28%	40%	35%
---	-----	-----	-----	-----

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia que tienen los demás se puede observar que casi dos tercios consideran que el resto de personas no tienen influencia en sus éxitos o fracasos en el estudio.

Con las cuestiones presentadas se termina la primera parte del test, los antecedentes causales de la motivación. En términos generales se observa que los alumnos investigados tienen esperanzas de éxito, se puede inferir por los resultados que confían en sus dotes, no obstante son conscientes de que necesitarán algunas ayudas para detalles concretos de la asignatura y también son conscientes de su absoluta responsabilidad en los resultados que obtengan.

**6.2.3.- Motivación en la clase.** En este apartado centramos la investigación en identificar, en lo posible, el grado de motivación en clase y el rendimiento en ella. La escala que emplearon los alumnos fue de 1 a 5 y el valor asignado es el que sigue: 1 equivale a muy bajo, 2 bajo, 3 indiferente, 4 alto y 5 muy alto.

a) La primera cuestión que se presenta a los alumnos se refiere al *grado de interés que, en general, tienen en clase*. Las respuestas obtenidas se consignan porcentualmente en la tabla que sigue:

**TABLA 9.: MOTIVACIÓN GENERAL EN LA CLASE**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	9%	3%	7%
4	48%	72%	52%	58%
3	32%	16%	42%	29%
2	10%	0%	0%	3%
1	3%	3%	3%	3%

FUENTE: Elaboración propia

De los resultados obtenidos se puede inferir que el grado de interés de estos chicos, para ser un curso de 3º ESO, es extraordinariamente alto. Las tendencias están claramente definidas: el 65 % afirma su gran interés en clase y solo el 6 % manifiesta que

tiene poco interés. En mi parecer, tiene interés el porcentaje del 29 por ciento que dice ser indiferente, que puede tener diferentes significados y yo interpreto como una falta de conocimiento propio característico de la adolescencia y en este sentido este dato puede matizar el significado de las otras dos tendencias. Por consiguiente, no se trata de niños extraordinarios, sino muy normales y que se expresan con la provisionalidad y desconocimiento propio de su edad.

b) La segunda cuestión tiene un carácter más concreto y se ocupa *del grado de atención en clase*, y sus resultados se presentan en la tabla siguiente:

**TABLA 10.: ATENCIÓN EN LA CLASE**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	10%	16%	6%	11%
4	42%	50%	52%	48%
3	38%	28%	35%	33%
2	10%	3%	7%	7%
1	0%	3%	0%	1%

FUENTE: Elaboración propia

La atención en clase no parece ser un problema para estos niños, sin embargo veremos algunos casos cuando empecemos a desarrollar con mayor concreción la tipología de las clases de atención. En el caso del grupo cooperativo existe un niño que tiene el diagnóstico de trastorno de déficit de atención por hiperactividad que podría ser el que respondió como que su grado de atención es muy bajo. Sin embargo, según estos datos casi el 60% de los alumnos consiguen mantener la atención en clase con gran concentración y solo el 8 % manifiesta lo contrario. Sin embargo, por la propia experiencia de profesor de estas clases, he podido observar suficientes detalles que harían que el 33% fuera más de atención baja. Suelen calificar su atención de forma muy optimista, por tanto creo que ese porcentaje sería de baja atención.

c) La tercera cuestión demanda a los alumnos para que califiquen *su esfuerzo para aprender en clase*. Los resultados son los que aparecen en la tabla que sigue:

**TABLA 11.: EL ESFUERZO PARA APRENDER EN LA CLASE**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	10%	23%	10%	14%
4	41%	48%	55%	48%
3	46%	23%	35%	35%
2	3%	0%	0%	1%
1	0%	6%	0%	2%

FUENTE: Elaboración propia

No ha de sorprender la semejanza de estos resultados con los datos recogidos de la segunda pregunta acerca de la atención, puesto que los alumnos al estar en el enunciado los términos atención en un caso y esfuerzo en otro y ambos referidos a aprender algunos lo pudieron haber identificado. También es cuestionable que dos terceras partes de los niños investigados manifiesten poner mucho esfuerzo por aprender. Muchas veces los seres humanos confundimos lo real con nuestros deseos y en la adolescencia, con 14 y 15 años, pienso que esta identificación puede que sea más frecuente.

d) La cuarta cuestión presentada a los alumnos se refiere a su *grado de persistencia en el estudio* y los datos son los que aparecen en la tabla que sigue:

**TABLA 12.: CONSTANCIA EN EL ESTUDIO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	21%	19%	16%
4	34%	38%	45%	39%
3	45%	25%	26%	32%
2	14%	16%	10%	13%
1	0%	0%	0%	0%

FUENTE: Elaboración propia.

En las respuestas a la cuestión presentada, más de un 10% del total de alumnos investigados reconoce no tener una gran constancia a la hora del estudio. Aislada esta cuestión, los resultados parecen de absoluta normalidad, en cambio si la relacionamos con las dos anteriores, atención y esfuerzo, chocan un poco los resultados, puesto que las respuestas coherentes con esta obtienen una polarización de frecuencias bastante

menor, lo que nos hace suponer que las respuestas que ofrecieron, menos del 10% de que atendían poco y era escaso su esfuerzo por aprender era mejorable. Manifiesta que aunque tratan de responder lo más cercano a la realidad que pueden no haber profundizado demasiado en el conocimiento propio, sí es verdad que la tendencia se mantiene en estas preguntas, en torno al 60% de los alumnos asegura que se interesa por sus estudios bastante, se esfuerza por aprender, atiende en clase y es constante en las materias.

*e) En quinto lugar, en la investigación para la tesis se plantean dos preguntas acerca del rendimiento, en las que se cuestiona la nota media en ciencias naturales y en matemáticas obtenidas en el curso pasado. La razón de plantear la cuestión sobre la calificación obtenida en ciencias naturales y matemáticas está en que tal vez sean las dos asignaturas, estudiadas en el curso anterior, que más se aproximan a la física y química de 3º de ESO.*

**TABLA 13.: VALORACIÓN DE LA NOTA DE CIENCIAS DEL CURSO ANTERIOR**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	7%	7%	7%
4	31%	45%	35%	37%
3	59%	48%	52%	53%
2	3%	0%	3%	2%
1	0%	0%	3%	1%

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 14.: VALORACIÓN DE LA NOTA DE MATEMÁTICAS DEL CURSO ANTERIOR**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	3%	10%	4%	6%
4	45%	33%	46%	41%
3	39%	44%	32%	38%
2	10%	10%	14%	11%
1	3%	3%	4%	3%

FUENTE: Elaboración propia.

Como se ve por estos datos, en ciencias el grupo cooperativo es ligeramente mejor que los demás, después iría el tic y por último el tradicional. En matemáticas, están muy parejos los alumnos de los tres grupos siendo el primero el tradicional.

**6.2.4.- Motivación y materias que cursan.** En el epígrafe que sigue se presenta la información obtenida sobre las motivaciones que estimulan a los alumnos de tercer curso de la ESO investigados, en relación a las materias de matemáticas, lengua, física, tecnología y biología. Se presenta la materia como variable independiente. A los alumnos integrados en los tres grupos de las diversas metodologías se les requiere que califiquen cualitativamente su grado de motivación más relevante. Los valores y contravalores cualitativos que se le ofrecen para su calificación son los que se utilizaron en relación con la física y materias afines: interés, atención, esfuerzo y constancia. Sin embargo ahora el instrumento de medida se le presenta explicitando en cada caso el valor y el contravalor y no una escala numérica. La segunda entrada está ocupada por los distintos escenarios metodológicos para de esta manera obtener los resultados de la valoración cualitativa sobre las respectivas materias en relación con los enfoques metodológicos. Los resultados se presentan en las cinco tablas que siguen:

**TABLA 15.: MATEMÁTICAS**

	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
<b>Interés</b>	21%	9%	22%	17%
<b>Menos interés</b>	0%	16%	0%	7%
<b>Atención</b>	22%	39%	28%	30%
<b>Menor atención</b>	28%	6%	21%	19%
<b>Esfuerzo</b>	25%	50%	53%	41%
<b>Menos esfuerzo</b>	13%	11%	0%	9%
<b>Constancia</b>	23%	21%	28%	23%
<b>Menor constancia</b>	29%	0%	0%	9%

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 16.: LENGUA**

	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
Interés	32%	27%	11%	24%
Menos interés	12%	8%	6%	8%
Atención	17%	6%	28%	17%
Menor atención	6%	0%	0%	2%
Esfuerzo	13%	18%	27%	18%
Menos esfuerzo	7%	0%	17%	7%
Constancia	14%	42%	33%	30%
Menor constancia	7%	0%	0%	2%

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 17.: FÍSICA**

	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
Interés	11%	9%	0%	7%
Menos interés	12%	8%	6%	8%
Atención	0%	17%	0%	6%
Menor atención	0%	0%	0%	0%
Esfuerzo	21%	9%	7%	13%
Menos esfuerzo	7%	0%	0%	2%
Constancia	5%	0%	17%	6%
Menor constancia	0%	14%	0%	7%

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 18.: TECNOLOGÍA**

	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
Interés	0%	0%	11%	3%
Menos interés	0%	0%	0%	0%
Atención	0%	0%	17%	6%
Menor atención	0%	0%	21%	6%
Esfuerzo	0%	0%	0%	0%

<b>Menos esfuerzo</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Constancia</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Menor constancia</b>	0%	0%	0%	0%

FUENTE: Elaboración propia.

En tecnología no debe sorprender en demasía este resultado de tan poco interés porque es una materia que no se imparte el año anterior, por tanto los alumnos tienen pocos elementos de juicio, además es una asignatura que los propios alumnos la califican de “maría” y que el profesor en cuestión así lo manifiesta.

**TABLA 19.: BIOLOGÍA**

	<b>Tradicional</b>	<b>Cooperativo</b>	<b>Tic</b>	<b>Total</b>
<b>Interés</b>	32%	27%	11%	24%
<b>Menos interés</b>	12%	8%	6%	8%
<b>Atención</b>	17%	6%	28%	17%
<b>Menor atención</b>	6%	0%	0%	2%
<b>Esfuerzo</b>	13%	18%	27%	18%
<b>Menos esfuerzo</b>	7%	0%	17%	7%
<b>Constancia</b>	14%	42%	33%	30%
<b>Menor constancia</b>	7%	0%	0%	2%

FUENTE: Elaboración propia.

**6.2.5.- Motivación, asignaturas y procedimiento.** Se trata en este apartado de profundizar un poco más en el grado de motivación que albergan los alumnos en relación con las materias que cursan. Desde el punto de vista metodológico se procede a establecer el valor y su contravalor como la variable dependiente del grupo metodológico, en orden a establecer la relación entre el valor / contravalor de calificación de las asignaturas y el escenario metodológico a que pertenece el alumno.

**TABLA 20.: ASIGNATURAS EN LAS QUE LOS ALUMNOS TIENEN MAYOR Y MENOR INTERÉS**

Asignaturas	Tradicional		Cooperativo		Tic		Total	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Ma- yor	Me- nor
Matemáticas	21%	0%	9%	16%	22%	0%	17%	7%
Lengua	32%	12%	27%	8%	11%	6%	24%	8%
Física	11%	12%	9%	8%	0%	6%	7%	8%
<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>11%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>
Biología	5%	24%	18%	4%	17%	22%	14%	15%
Química	0%	0%	0%	0%	6%	0%	2%	0%
Geografía	21%	0%	5%	32%	17%	0%	14%	12%
Música	0%	28%	0%	8%	0%	33%	0%	22%
Dibujo	5%	24%	23%	12%	6%	28%	12%	20%
Ed. física	5%	0%	9%	12%	10%	7%	7%	6%

FUENTE: Elaboración propia.

Pueden sorprender a primera vista los datos tan indiferentes que expresan los alumnos ante la materia de química, esto es debido a que en los cursos anteriores sólo han tenido un par de unidades didácticas, siempre dentro de ciencias de la naturaleza. Por tanto, nunca la han visto como materia independiente. Además, durante el curso la asignatura de física y química se equipara para los alumnos a física aunque el temario se divide casi al 50%. En cuanto a los resultados de la tecnología ya los hemos explicado anteriormente.

Según los datos obtenidos, entre los tres grupos metodológicos se producen notables variaciones: sobresalen las significativas diferencias en los resultados correspondientes a la asignatura de geografía y de dibujo en el grupo tradicional. En cuanto a las dos asignaturas más importantes, lengua y matemáticas, obtienen una polarización de frecuencias que apuntan a la importancia objetiva de estos saberes, que volveremos a encontrar en las tablas sucesivas que se ofrezcan. Respecto de las matemáticas se percibe claramente la diferencia de interés entre los grupos: en el tradicional y en el tic, el



interés es decisivo, mientras que en el cooperativo el contravalor se impone claramente. En la materia de lengua el grupo tradicional y el cooperativo presentan valores semejantes, en cambio en el grupo tic, si bien el valor supera al contravalor, sin embargo la polarización de frecuencias es baja, lo que indica un escaso interés por la lengua.

En cuanto a las asignaturas de ciencias, la química y la tecnología, obtienen pocas elecciones en cuanto al interés que despiertan como hemos dicho antes. La asignatura de física recibe pocas elecciones, los resultados de mayor y menor interés salen muy parejos, a excepción de los alumnos del grupo tic que, sorprendentemente manifiestan un interés de cero. A excepción de biología, las asignaturas de ciencias no parecen gozar de buen cartel entre dichos alumnos. Tal vez fuere conveniente hacer un estudio semejante en el bachillerato para ver si se producen cambios en la perspectiva científica de incuestionable interés en la sociedad del conocimiento en la que progresivamente nos adentramos. Sorprende notablemente las calificaciones que los alumnos atribuyen a la música, en una época en que la música está convirtiéndose en una dimensión cultural y existencial de incuestionable relevancia. He de reiterar que estos resultados se obtienen del test de motivación cumplimentado con anterioridad al comienzo de la investigación.

**TABLA 21: ASIGNATURAS A LAS QUE LOS ESTUDIANTES PRESTAN MAYOR Y MENOR ATENCIÓN.**

	Tradicional		Cooperativo		Tic		Total	
Asignaturas	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	22%	28%	39%	6%	28%	21%	30%	19%
Lengua	17%	6%	5%	0%	28%	0%	17%	2%
Física	0%	0%	17%	0%	0%	0%	6%	0%
Tecnología	0%	0%	0%	0%	17%	21%	6%	6%
Biología	11%	17%	28%	13%	22%	7%	20%	13%
Química	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Geografía	28%	0%	6%	81%	5%	0%	13%	27%
Música	0%	22%	0%	0%	0%	21%	0%	15%
Dibujo	11%	17%	0%	0%	0%	15%	3%	10%
Ed. Física	11%	10%	5%	0%	0%	15%	5%	8%

FUENTE: Elaboración propia.

Sigue resaltando la diferencia en relación con la geografía entre las tres clases, también cabe destacar que las asignaturas de ciencias suelen ser elegidas como los momentos de mayor atención. La física tiene sólo elecciones en el grupo cooperativo, puede ser porque repiten con el mismo profesor y ya le conocen, sin embargo en las otras clases no se da esta circunstancia. En el grupo cooperativo la tendencia relevante se decanta claramente por el valor en las ciencias, obteniendo una significativa polarización de frecuencias. En el grupo tic se manifiestan claramente las tendencias a favor de las asignaturas de matemáticas y lengua. En el porcentaje global, se constata una vez más la escasa atención que dicen prestar los alumnos a las materias de física, química y tecnología. En matemáticas, los alumnos del grupo tradicional se distancian de los otros dos en la menor atención que prestan a esta materia que constituye el pilar básico de las ciencias.

**TABLA 22 : ASIGNATURAS EN LAS QUE LOS ESTUDIANTES PONEN MAYOR Y MENOR ESFUERZO PARA APRENDER**

Asignaturas	Tradicional		Cooperativo		Tic		Total	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	25%	13%	50%	11%	53%	0%	41%	9%
Lengua	13%	7%	18%	0%	27%	17%	18%	7%
Física	21%	7%	9%	0%	7%	0%	13%	2%
Tecnología	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Biología	13%	7%	14%	6%	0%	25%	10%	11%
Química	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Geografía	4%	7%	0%	50%	13%	0%	5%	22%
Música	4%	12%	0%	6%	0%	33%	2%	16%
Dibujo	4%	27%	0%	17%	0%	17%	2%	20%
Ed. Física	16%	20%	9%	10%	0%	8%	9%	13%

FUENTE: Elaboración propia.

Con respecto a los datos de esfuerzo por aprender, cabe destacar como tendencias globales significativas el ponderado lugar que ocupan las matemáticas con el 41% , le sigue lengua en segundo lugar y la física en tercero. Desde el punto de vista metodo-

lógico, en cuanto a las materias en las que menos esfuerzo se requiere, según los alumnos, se apunta a la música y a la geografía. En la asignatura de geografía, los alumnos del grupo cooperativo se decantan por la opción del menos esfuerzo en el 50 % de los casos. Se observa asimismo que en cada grupo los alumnos tienen una asignatura en la que se esfuerzan menos: en el grupo tradicional es el dibujo, en el cooperativo es la geografía y en el tic es la biología.

**TABLA 23. : ASIGNATURAS EN LAS QUE LOS ESTUDIANTES TRABAJAN CON MAYOR Y MENOR CONSTANCIA**

Asignaturas	Tradicional		Cooperativo		Tic		Total	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	23%	29%	21%	0%	28%	0%	23%	9%
Lengua	14%	7%	42%	0%	33%	0%	30%	2%
Física	5%	0%	0%	14%	17%	0%	6%	7%
Tecnología	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Biología	18%	0%	4%	5%	17%	30%	13%	9%
Química	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Geografía	5%	0%	0%	45%	5%	0%	3%	22%
Música	5%	21%	0%	9%	0%	20%	2%	15%
Dibujo	25%	14%	29%	18%	0%	30%	20%	20%
Ed. física	5%	29%	4%	9%	0%	20%	3%	16%

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto al grado de dedicación y constancia, la tendencia global más significativa se centra en la asignatura de lengua española, con un 30 % de frecuencias, seguida de cerca por las matemáticas con el 23 %. Estos resultados no sorprenden, como sin embargo sucede con el dato de dibujo que obtiene los mejores resultados en el grupo tradicional y cooperativo, mientras que en el tic todos los alumnos se decantan por el contravalor. En cuanto a las tendencias que obtienen menor número de frecuencias hemos de mencionar que por orden decreciente a las explicitadas razones de la tecnología y la química, se aproximan a las precedentes la música, la geografía y la educación física. La física sale con muy pocas elecciones y muy similar en cuanto al porcentaje de mayor y menor dedicación, sin embargo aparece destacada en el grupo tic por la cons-

tancia y dedicación que se le presta, mientras que en el cooperativo ningún alumno, 0%, se dedica con constancia a ella.

**6.2.6.- Interés por cada asignatura .** Este apartado se va a centrar en el *interés de los alumnos por cada asignatura*, desglosando este factor en una escala de cinco posibilidades. Se pretende avanzar en el conocimiento de las motivaciones de los alumnos frente a las asignaturas que cursan. Esta indagación se lleva a cabo antes de comenzar la investigación planteada. En un apartado posterior se podrá observar el cambio efectuado en los alumnos al final de la experiencia didáctica. La escala que se va a emplear en las tablas siguientes es como sigue:

Escala de puntos	Significado
5	Mucho interés
4	Bastante interés
3	Indiferente
2	Poco interés
1	Nada de interés

Se expondrán a continuación las tres tablas de resultados utilizando como variable independiente el enfoque metodológico y a continuación una tabla con los totales de la media comparada de los tres grupos.

**TABLA 24.: GRADO DE INTERÉS EN EL GRUPO TRADICIONAL**

Asignatura	5	4	3	2	1
Matemáticas	21%	31%	34%	14%	0%
Lengua	34%	25%	17%	17%	7%
Inglés	24%	39%	31%	3%	3%
Geografía	34%	34%	29%	0%	3%
Física	10%	34%	21%	28%	7%
Química	7%	28%	34%	17%	14%
Tecnología	21%	17%	38%	17%	7%
Ed. Física	17%	10%	38%	14%	21%

Biología	10%	24%	42%	14%	10%
Dibujo	17%	14%	42%	17%	10%

FUENTE: Elaboración propia.

En el grupo tradicional están bastante interesados por todas las asignaturas, los resultados entre una asignatura y otra no difieren mucho, sólo geografía consigue despertar un enorme interés en casi todos los alumnos. Por orden de frecuencias destacan en interés, *mucho y bastante*, la geografía con una polarización del 68 %, el inglés con el 63 %, la lengua con el 59 % y las matemáticas con el 52 %. El desinterés por las asignaturas se mueve en torno a las demás asignaturas, éstas tienen en torno a un 25% de alumnos no interesados.

**TABLA 25 GRADO DE INTERÉS EN EL GRUPO COOPERATIVO**

Asignatura	5	4	3	2	1
Matemáticas	16%	44%	25%	9%	6%
Lengua	13%	44%	34%	6%	3%
Inglés	25%	19%	31%	19%	6%
Geografía	9%	16%	47%	19%	9%
Física	9%	31%	32%	19%	9%
Química	9%	38%	21%	19%	13%
Tecnología	13%	25%	45%	13%	6%
Ed. Física	28%	34%	16%	13%	9%
Biología	9%	59%	13%	13%	6%
Dibujo	34%	16%	18%	13%	19%

FUENTE: Elaboración propia.

En el grupo cooperativo los alumnos se han manifestado de forma similar al grupo tradicional, sin embargo el dato de geografía se asimila al de las otras asignaturas, en esta clase tienen otro profesor de geografía y esto provoca un mayor interés en esta materia. En general, un gran porcentaje de alumnos parecen interesados en todas las materias, en torno a un 45%. Entre los alumnos de este grupo parece repuntar el interés por las asignaturas de ciencias, al menos el porcentaje de frecuencias obtenidas así lo indica: Biología destaca con el 68%, matemáticas con el 60%, química con 47 % y física con el 40%.

**TABLA 26: GRADO DE INTERÉS DEL GRUPO TIC**

Asignatura	5	4	3	2	1
Matemáticas	37%	43%	10%	7%	3%
Lengua	30%	40%	23%	7%	0%
Inglés	20%	40%	27%	3%	10%
Geografía	20%	40%	40%	0%	0%
Física	20%	37%	33%	7%	3%
Química	13%	30%	41%	13%	3%
Tecnología	23%	27%	34%	13%	3%
Ed. Física	20%	20%	40%	7%	13%
Biología	20%	30%	30%	10%	10%
Dibujo	24%	14%	21%	24%	17%

FUENTE: Elaboración propia.

En esta clase, en relación a los dos grupos, tradicional y cooperativo, se eleva significativamente el interés en todas las asignaturas: matemáticas y lengua obtienen una polarización de frecuencias del 80% y 70 % respectivamente. En torno al 60 % de los alumnos de este grupo manifiestan su interés por el Inglés, la Geografía y la Física. Resultados positivos del 40 % al 50% obtienen el resto de las asignaturas. Hasta el dibujo, materia tradicionalmente poco apreciada en la encuesta, obtienen en este caso casi iguales porcentajes de frecuencias el interés, 38 %, y el desinterés, 41 %.

**TABLA 27.: RESULTADOS TOTALES DEL GRADO DE INTERÉS**

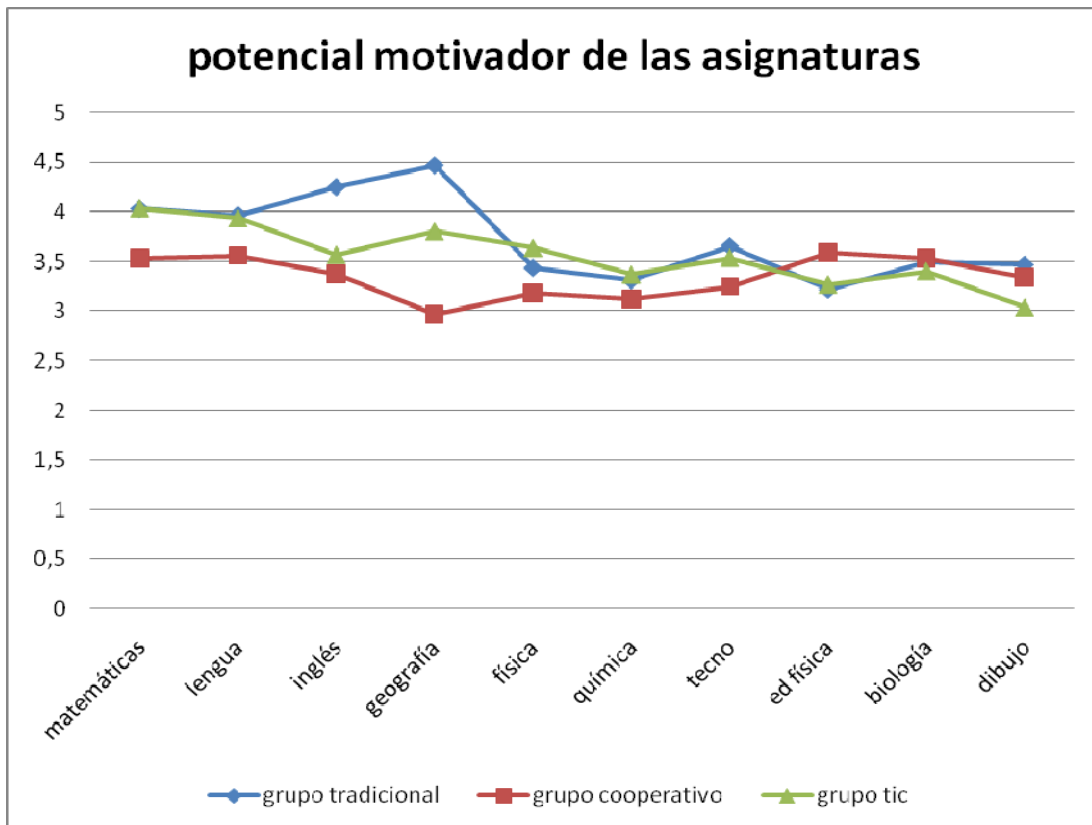
Asignatura	5	4	3	2	1
Matemáticas	24%	40%	23%	10%	3%
Lengua	25%	36%	26%	10%	3%
Inglés	23%	32%	29%	9%	7%
Geografía	21%	30%	38%	7%	4%
Física	13%	34%	30%	18%	5%
Química	10%	32%	32%	16%	10%
Tecnología	19%	23%	39%	14%	5%

Ed. Física	22%	22%	31%	11%	14%
Biología	13%	38%	28%	12%	9%
Dibujo	26%	14%	26%	18%	16%

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla precedente, N° 27, se exponen los resultados globales sobre el grado de interés de los alumnos por las distintas asignaturas. De los resultados obtenidos en la investigación para la tesis se manifiesta desde el comienzo del curso, un notable interés de los alumnos por las asignaturas. El desinterés mayor lo suscita la materia de dibujo con un 34% sin embargo, el desinterés en general se mueve en torno al 15%. En cuanto al interés general, tres son las tendencias que se manifiestan en la tabla de datos expuestos: más del 60 % de alumnos manifiesta su interés por las materias principales de las matemáticas y la lengua; superan el 50% las asignaturas de inglés y geografía y en torno al 40 % las restantes materias. Las medias de interés son las que aparecen en la siguiente gráfica de elaboración propia:

#### ILUSTRACIÓN 1: POTENCIAL MOTIVADOR DE LAS ASIGNATURAS.



FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados de la media de interés permiten ver que el grupo cooperativo suele tener menos interés por las materias. En general el interés va decayendo al moverse de matemáticas y lengua, salvo el grupo tradicional que tiene un gran interés en la geografía. En cambio, para el grupo cooperativo, esta asignatura es la que suscita menor interés y en casi todas las materias el interés se establece por encima del 3 salvo geografía y como máximo tienen un 3,5. En el grupo tic las puntuaciones varían desde el 4 que lo atribuyen a las matemáticas hasta el 3 que le otorgan a dibujo.

### **6.3.- Interés de los alumnos por la física.**

En este apartado el análisis se centra en la asignatura de física. Se comienza por la indagación sobre los motivos que han estimulado a los alumnos a atribuir la puntuación asignada a la asignatura de física, explorando asimismo en torno a los motivos que subyacen a las variadas respuestas obtenidas y se presentan los datos en una tabla y en su respectiva gráfica.

Una segunda cuestión que reclama la atención del doctorando se focaliza en los factores sobre los que se sustentan los motivos de la puntuación atribuida a la física: en ocho tablas sucesivas se muestran los datos sobre los que se apoyan las respuestas de los alumnos.

Un tercer aspecto toma como objetivo inmediato el análisis de los motivos dominantes atribuidos a la física, mediante la indagación directa que se hace a los estudiantes sobre las variadas respuestas ofrecidas.

**6.3.1.- Respuestas de los alumnos.** Los alumnos ofrecen un variado elenco de respuestas que hemos agrupado en la tabla que sigue en función de los tres escenarios metodológicos: grupo tradicional, grupo cooperativo y grupo tic.



**TABLA 28.: MOTIVOS DE LA PUNTUACIÓN DE LA FÍSICA**

	Grupo tradi- cional	Grupo coope- rativo	Grupo tic	Total
Me gusta	11%	17%	0%	9%
Por mi futuro	11%	29%	24%	21%
Interesante	15%	25%	44%	28%
Ayuda a razonar	11%	0%	4%	5%
Indiferente	7%	4%	0%	4%
No entiendo	7%	0%	4%	4%
No interesa	15%	4%	8%	9%
Inútil para el futuro	0%	4%	12%	6%
Aburrida	21%	17%	4%	14%

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto al significado de las respuestas recogidas el más obvio se decanta por dos tendencias: una favorable a la física, como una asignatura de interés, agrupando las cuatro primeras respuestas, *me gusta, necesidad de la física para el futuro, es interesante para el conocimiento de la naturaleza y ayuda al razonamiento*, que polarizan un porcentaje de frecuencias del 63% y como tendencia en contra en la que caben las restantes respuestas alcanzan 37% de las frecuencias que se especifican en los motivos concretos siguientes: *una materia aburrida, poco interesante o inútil para el futuro* puesto que el alumno está pensando en hacer estudios de letras y no capta posibles relaciones entre la física y sus posteriores estudios. Interesa poner de manifiesto que la variedad del escenario metodológico en que se ubican los alumnos produce variaciones significativas: el 72 % del grupo tic y el 71 % del grupo cooperativo se manifiestan a favor de la física acentuando en el primer caso dos motivos internos a la materia, es interesante y ayuda a razonar y uno externo, de interés para su futuro. Para el grupo cooperativo la física les gusta, aunque no la perciben como ayuda para razonar. En el grupo tic sólo el 4 % la considera como una asignatura aburrida. En el grupo tradicional es elevado el porcentaje de frecuencias, 50%, que apoyan una actitud distante de la física.

Aquí también puede ayudar a enmarcar estos datos un estudio realizado por Solbes (2011) que, haciendo una encuesta a los alumnos de 3º ESO manifiestan que la materia es aburrida y difícil en un 78,9% y que “no me sirve” a un 15,8%. Por tanto los alumnos investigados se muestran un poco más positivos que estos.

A continuación se presenta una gráfica de los datos totales sobre los motivos expuestos y agrupados en torno a las dos tendencias ya mencionadas.

## ILUSTRACIÓN 2: MOTIVOS DEL INTERÉS POR LA FÍSICA.



FUENTE: Elaboración propia.

**6.3.2.- Fuentes de motivación.** A continuación se plantean una serie de cuestiones para detectar los posibles factores que, en el alumno pueden tener influencia a la hora de motivarse ante las clases de física. En cada tabla el factor motivacional es la variable independiente a comprobar y en las ocho tablas sucesivas el escenario metodológico constituye la variable dependiente, a la que se prestará la debida atención. Se aplicará la escala que sigue a cada uno de los posibles factores que he puesto a la consideración de los alumnos:

Escala	Significado
5	Mucho interés
4	Bastante interés
3	Indiferente
2	Poco interés
1	Nada de interés

a) La primera cuestión que se le presenta se refiere a los *conocimientos de la física en orden a completar la propia educación*, para encontrar trabajo en el futuro.

**TABLA 29: LA FISICA COMPLEMENTA SU FORMACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	13%	16%	19%	16%
4	30%	34%	42%	35%
3	30%	28%	27%	29%
2	24%	19%	6%	16%
1	3%	3%	6%	4%

FUENTE: Elaboración propia.

Según los datos, más de la mitad, un 51%, del alumnado está interesado en la física por este motivo. El resultado es coherente con el obtenido en la parte precedente sobre la decisiva entidad que en los adolescentes adquiere ya el futuro profesional que buscan. También hay un 20% de los estudiantes investigados que manifiesta no estar interesado en la asignatura de física.

b) Motivaciones externas. En la siguiente tabla, N° 30, se presentan los resultados obtenidos de los alumnos sobre la influencia que las personas de su entorno ejercen en su visión favorable o desfavorable respecto de la física, es decir, la indagación se orienta hacia la posible presencia e influencia de motivaciones extrínsecas.

**TABLA 30.: INFLUENCIA DEL ENTORNO EN LA PERCEPCIÓN DE LA FÍSICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	19%	13%	13%
4	33%	16%	26%	25%
3	30%	45%	45%	40%
2	10%	10%	13%	11%
1	20%	10%	3%	11%

FUENTE: Elaboración propia.

Los datos obtenidos sobre la influencia del entorno son notoriamente significativos: el 38 % del total de los investigados manifiesta el interés de su entorno sobre la física, mientras que sólo el 22 % declara el poco o nulo interés de su entorno sobre la importancia de la física para su profesión. En esta escasa influencia del entorno se advierten unas variaciones apreciables en función de la variable metodológica: del 30% en el grupo tradicional, pasa al 20% en el cooperativo y baja al 16 % en el tic. La influencia positiva del entorno no ofrece significados relevantes, sin embargo, el porcentaje de frecuencias que se polariza en la categoría *indiferente* me parece significativo: en el grupo tradicional se obtienen resultados del 30% y en los grupos tic y cooperativo se decantan en el 45 % por la misma categoría de indiferente.

c) El tercer asunto a analizar es otro *motivo intrínseco* para estudiar la física: las propias características de la física en comparación con otras materias.

**TABLA 31: LAS PROPIAS CARACTERÍSTICAS DE LA FÍSICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	13%	10%	10%
4	23%	38%	26%	29%
3	57%	31%	45%	45%
2	10%	9%	6%	9%
1	3%	9%	13%	9%

FUENTE: Elaboración propia

Las características propias de la asignatura parecen tener cierta influencia en el complejo motivacional que la apoya: casi el 40% asume como factor interesante de elección el hecho de tratarse de una asignatura de ciencias y que implica bastante cálculo. Sin embargo, el 18% no se ve motivado por esto. La tendencia más relevante por los porcentajes de frecuencias se expresa por la categoría de *indiferente*, que en relación a las variables metodológicas ofrece resultados muy significativos como se aprecia en la tabla precedente. En todo caso, en los tres grupos metodológicos en que se agrupan los alumnos, el interés por las características de la física es la tendencia más aceptada, aunque sólo en el grupo cooperativo este interés es determinante: 51 % de las frecuencias.

d) La siguiente cuestión reitera el interrogante por si las *características peculiares del proceso de enseñanza – aprendizaje de la física*, la forma de trabajar, la experiencia personal del alumno, los éxitos y fracasos que cosecha esta ciencia pueden suscitar nuevo impulsos de interés por la materia, especial objeto del experimento.

**TABLA 32.: CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA FISICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	3%	10%	10%	8%
4	30%	16%	45%	30%
3	47%	61%	28%	46%
2	17%	13%	10%	13%
1	3%	0%	7%	3%

FUENTE: Elaboración propia.

Estos datos reafirman lo visto en la pregunta anterior, la física les motiva por cómo es, porque creen que se adapta bien a sus gustos y habilidades. A más de un tercio de los alumnos les motiva esto y sólo un 16% no está motivado por estas causas. El dato de un mayor interés se produce entre los alumnos del grupo tic, que en un 55 % se polarizan en las rúbricas de mayor interés. En cambio el grupo cooperativo manifiesta su indiferencia al respecto en el 61 % de los casos y el 47 % del grupo tradicional es de la misma opinión.

e) Ejercicios. En la quinta cuestión se plantea el asunto siguiente: de todos es conocido que uno de los aspectos esenciales en la enseñanza y el aprendizaje de las

ciencias lo configuran los ejercicios. Desde esta perspectiva se interroga por el grado de interés que la tarea de los *ejercicios* suscita en los alumnos.

**TABLA 33.: LOS EJERCICIOS DE LA FÍSICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	19%	10%	12%
4	33%	25%	45%	34%
3	30%	41%	29%	34%
2	23%	9%	6%	12%
1	7%	6%	10%	8%

FUENTE: Elaboración propia.

En este caso un porcentaje significativo de los alumnos, 46 %, manifiesta claramente su interés por la tarea de los ejercicios en contraposición a un 20 % que tienen poco o ningún interés por la mencionada tarea. De nuevo el grupo tic se manifiesta mayoritariamente, 55 %, con interés por la tarea de ejercicios. La orientación motivacional expuesta ha de valorarse casi como vocacional, teniendo en cuenta que los alumnos investigados no se han decantado todavía por ningún itinerario.

f) Material de aprendizaje. La sexta cuestión se refiere al interés que despierta en los alumnos el *material específico en la enseñanza-aprendizaje de la física*: libros de texto, páginas web, vídeos, etc.

**TABLA 34.: LOS MATERIALES DE USO EN LA FÍSICA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	25%	16%	17%	19%
4	21%	44%	37%	34%
3	33%	20%	33%	28%
2	14%	16%	3%	11%
1	7%	6%	10%	8%

FUENTE: Elaboración propia.

La tendencia más significativa muestra que el 53 % del total de alumnos es estimulado favorablemente por los materiales específicos de la enseñanza-aprendizaje de la física. Esta tendencia es relevante en los tres grupos: el 60 % de los alumnos del grupo cooperativo, el 50% del grupo tic y el 46 % del grupo tradicional. El porcentaje de desinterés decae desde el 22% del grupo cooperativo, al 21 % del grupo tradicional y bajando al 13 % en el grupo tic. Los datos muestran un grado alto de aceptabilidad respecto de los específicos materiales de uso en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la física y, en mi parecer, argumentan favorablemente a un uso más intenso de los mismos. La mayor motivación se da en el grupo cooperativo, desciende un poco en el grupo tic y en tercer lugar el grupo tradicional, el único en que no se usaron recursos tecnológicos.

g) La séptima cuestión presentada trata de estimular el interés del alumno, mediante el artificio de que en esta asignatura de física los estudiantes tienen la posibilidad de *calificar con una nota la actividad del profesor*:

**TABLA 35.: LA POSIBILIDAD DE CALIFICAR AL PROFESOR**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	24%	48%	41%	38%
4	41%	26%	31%	33%
3	18%	17%	21%	17%
2	10%	6%	0%	6%
1	7%	3%	7%	6%

FUENTE: Elaboración propia.

Sobre los resultados de esta pregunta tengo ciertas dudas de que no sean del todo objetivos. Los alumnos parecen creer que el profesor pueda tomar ciertas medidas si el resultado sale mal aún siendo anónimo. El hecho de producirse una puntuación tan sorprendentemente alta, me hace pensar que puede estar afectada por el “miedo” al profesor, ya se explicó que contestaran libremente ya que no iba a tomar ninguna medida, me interesaba saber en qué tenía que mejorar.

h) La octava y última pregunta de esta parte consiste en solicitar que el alumno reflexione sobre la *adecuación de su propia personalidad a las características de la materia* y qué grado de interés puede suponer esta coherencia.

**TABLA 36.: LA FISICA SE ADECUA A TU PERSONALIDAD**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	18%	22%	27%	22%
4	39%	56%	27%	41%
3	32%	13%	32%	25%
2	4%	6%	7%	6%
1	7%	3%	7%	6%

FUENTE: Elaboración propia.

Según los resultados, es opinión mayoritaria de los alumnos investigados que su personalidad, su carácter, su forma de ser se adecua bien a las peculiaridades de la física y esto resulta de interés al 63 % del total de los alumnos, destacando los alumnos del grupo cooperativo que, en el 78 % se manifiestan de esta opinión.

#### 6.4.- Motivos dominantes en el estudio de la Física.

Aquí vamos a mostrar los datos de los alumnos de cara a definir lo mejor posible los motivos por los que los alumnos estudian física. La escala es la siguiente:

Escala	Significado
5	Mucho interés
4	Bastante interés
3	Indiferente
2	Poco interés
1	Nada de interés

a) Con la primera cuestión planteada a los alumnos se trata de desvelar el grado de interés por la física, teniendo en cuenta la hipótesis de que los alumnos que dos años



más tarde pretenden cursar las opciones de ciencias en el bachillerato, suelen desarrollar en la ESO estima hacia las asignaturas de ciencias.

**TABLA 37.: INTERÉS POR LA FÍSICA PARA CURSAR CIENCIAS EN EL BACHILLERATO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	14%	13%	33%	20%
4	21%	39%	20%	27%
3	22%	13%	20%	18%
2	18%	19%	7%	15%
1	25%	16%	20%	20%

FUENTE: Elaboración propia.

Existe casi un 50% que tiene un interés especial en la física, de hecho en otras preguntas que han contestado los alumnos acerca del atractivo que suscita en ellos las características de la física también afirmaban en un tanto por ciento parecido este mismo interés. Sin embargo, el 35% de los alumnos muestran poco o nulo interés por la materia de física.

b) La segunda pregunta hace referencia a los estudios en el futuro, en este caso se pregunta acerca de si el fin que les motiva estudiar física es que en el futuro puedan estudiar una ingeniería, arquitectura u otra carrera de ciencias.

**TABLA 38.: GRADO DE INTERÉS POR LA FÍSICA PARA LAS CARRERAS TÉCNICAS.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	21%	26%	30%	26%
4	25%	29%	23%	26%
3	19%	19%	13%	16%
2	14%	16%	17%	16%
1	21%	10%	17%	16%

FUENTE: Elaboración propia

Si comparamos los datos de esta tabla con los de la precedente, (Tabla N° 37) se observa que se ha llegado a unos resultados totales muy semejantes. Algunas de las diferencias pueden deberse a que algunos alumnos prefieren las opciones de ciencias a pesar de que posteriormente pretendan acceder a carreras de empresariales o económicas. En todo caso, los datos reflejan que en 3° de ESO más del 50% quiere estudiar una carrera técnica o de ciencias y un 32% prefiere estudios de letras en el futuro.

c) La tercera cuestión se refiere a un futuro todavía más lejano e imprevisible: conseguir un buen trabajo en España. El asunto se planteó para hacer reflexionar a los estudiantes en qué grado son capaces de vincular de algún modo los estudios que en la actualidad han de llevar a cabo y las actividades profesionales que piensan para el mañana.

**TABLA 39: LA FÍSICA Y SU FUTURO TRABAJO PROFESIONAL**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	57%	65%	53%	58%
4	29%	23%	17%	22%
3	6%	6%	14%	10%
2	4%	6%	13%	8%
1	4%	0%	3%	2%

FUENTE: Elaboración propia.

Está claro que los alumnos quieren obtener un buen trabajo en España, sin embargo de las respuestas no se puede deducir que los alumnos estén pensando en una correlación directa entre estudio de física y futuro profesional. Al menos desde la propia experiencia, tengo mis dudas que el 80 % del total de los alumnos hayan sido capaces de captar estas dependencias entre el actual estudio de la física y el logro de un buen trabajo mañana. De hecho, no es necesario estudiar física para tener un buen trabajo. Por tanto, pienso que los alumnos han respondido que quieren tener un buen trabajo, que dependa o no del estudio de la física lo dejan un poco al margen.

d) La cuarta pregunta que se le presentó a los alumnos persigue identificar las posibles motivaciones intrínsecas de los alumnos en el estudio de la física. Para conse-

guir ese objetivo relacionamos el estudio de la física con las posibilidades de conseguir una educación y formación más completas.

**TABLA 40.: LOS ESTUDIOS DE FÍSICA SIRVEN PARA UNA FORMACIÓN MÁS COMPLETA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	29%	16%	27%	24%
4	39%	32%	27%	33%
3	21%	34%	33%	30%
2	7%	10%	10%	9%
1	4%	6%	3%	4%

FUENTE: Elaboración propia.

El aspecto de la opción que no parece presentar dudas es que la mayoría, el 57 % del total del alumnado investigado, prefiere disfrutar de una educación y una formación más completa. Ahora bien, ¿se puede inferir por las respuestas que los alumnos han percibido con claridad la vinculación de los estudio de física con una educación más completa? Puede que los alumnos hayan deducido de la pregunta que la otra opción es no tener una formación completa, por tanto es mejor tenerla que no. Por consiguiente la fuerza probatoria de los resultados obtenidos habría de tomarse con ciertas matizaciones.

e) La cuestión siguiente reduce el interés del estudio de la física a la necesidad de cumplir con un requisito académico y aprobar la asignatura.

**TABLA 41.: EL ESTUDIO DE LA FÍSICA ES UN REQUISITO ACADÉMICO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	18%	13%	17%	16%
4	7%	26%	23%	19%
3	25%	29%	17%	24%
2	14%	13%	13%	13%
1	36%	19%	30%	28%

FUENTE: Elaboración propia.

Los alumnos se separan en dos polos muy diferenciados, un tercio que sólo quiere aprobar y cumplir, un 40% que busca en los estudios de la física algo más, aprender y formarse.

f) El asunto siguiente que se le propuso vinculaba los estudios de la física con el afán y el interés por conocer la cultura científica.

**TABLA 42.: LA FÍSICA ES INTERESANTE PARA CONOCER LA CULTURA CIENTÍFICA.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	0%	0%	7%	2%
4	30%	13%	17%	20%
3	37%	39%	28%	34%
2	22%	26%	24%	24%
1	11%	23%	24%	20%

FUENTE: Elaboración propia.

Esta pregunta es muy similar a la anterior, sin embargo esta cuestión la entienden mejor los alumnos, si estudian por aprender o simplemente por obligación o cumplimiento. En este caso las elecciones se decantan más por la segunda opción, 44%, por el 22% que busca aproximarse al conocimiento de la cultura científica.

g) La séptima cuestión se refiere a la influencia de la física para entender los dispositivos de la vida cotidiana como la luz, el horno, el motor, etc.

**TABLA 43.: LOS ESTUDIOS DE FÍSICA Y LOS DISPOSITIVOS DE LA VIDA COTIDIANA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	6%	10%	8%
4	26%	16%	31%	24%
3	34%	30%	14%	26%
2	11%	35%	24%	24%
1	22%	13%	21%	18%

FUENTE: Elaboración propia.

De los datos hallados se infiere que más del 40% de los investigados no percibe que los estudios de física le muevan a interesarse por el funcionamiento de los dispositivos que habitualmente tenemos en casa, sin embargo un tercio, el 32 %, del total de los alumnos afirma su interés por conocer los aparatos que emplean.

h) La octava cuestión trata de detectar el grado de la motivación de la física que les guía en la comprensión de los elementos de cierta complejidad y de presencia obligada en la vida cotidiana como la generación de la energía eléctrica, la energía calorífica de las bombillas, etc.

**TABLA 44.: LA FÍSICA Y LOS COMPLEJOS DISPOSITIVOS DE LA VIDA COTIDIANA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	4%	3%	14%	7%
4	22%	10%	21%	17%
3	38%	42%	20%	34%
2	19%	32%	24%	25%
1	19%	13%	21%	17%

FUENTE: Elaboración propia.

En general, parece que de los datos obtenidos en la tabla anterior (Tabla N° 43) añadidos a los de esta tabla (Tabla N° 44), podría llegar a concluirse que los alumnos en la adolescencia tienen poco interés en aprender por el placer de aprender: más del 40% dicen estar poco interesados en comprender los artilugios de la vida cotidiana que les rodea, más del 40% también manifiestan que aprender el funcionamiento de los artefactos que tienen en su casa tampoco les suscita gran interés.

Estos resultados pudieran poner distancias respecto a determinadas tendencias didácticas de que el interés de los alumnos crecería de una forma extraordinaria si los profesores en sus explicaciones partieran de los hechos y fenómenos que están imbricados en la vida cotidiana de los alumnos y, a partir de ahí, explicaran los contenidos de la materia correspondiente. Sin embargo, en torno a un 30% de los alumnos manifiestan su interés por todos estos aspectos de las ciencias.

### 6.5.- Efecto motivador del proceso enseñanza - aprendizaje

En la última parte del test se plantearon una serie de asuntos orientados a la indagación de cómo o en qué medida afectaban a los estudiantes las diferentes situaciones que se dan en el aula, la presencia e influencia de las distintas preconociones o prejuicios que el alumno alberga en su mente y las circunstancias de su entorno personal y familiar, que están de una u otra manera presentes en la tarea del aprendizaje y que afectan a estos alumnos adolescentes de tercer curso de la ESO.

La escala que vamos a seguir es la siguiente:

Escala	Significado
5	Mucho
4	Con frecuencia
3	A veces
2	Poco
1	Nunca

#### 6.5.1.- Motivación y situaciones de los alumnos.

a) La primera situación se centra en el conocimiento del comportamiento de los alumnos ante la situación de recibir *estímulos positivos*: cuando me anima o me felicita el profesor por mis actuaciones de clase, me da algún premio y obtengo recompensa por mis buenas actuaciones aumenta mi motivación.

**TABLA 45.: ESTIMULACIONES POSITIVAS**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	29%	23%	30%	27%
4	21%	29%	17%	22%
3	14%	32%	27%	26%
2	11%	13%	13%	12%
1	25%	3%	13%	13%

Elaboración propia.

Es significativo que un 50% del total de alumnos se muestran motivados cuando reciben un impulso positivo, sin embargo la tendencia contraria es aceptable para el 25% del total de alumnos investigados, que parecen menos sensibles a los comportamientos de transmitir ánimo o reconocimiento por parte del profesor, que ha de enfrentarse a una cuarta parte de los alumnos que parece difícil de motivar.

*b) La estimulación negativa.* La situación en este caso es la contraria de la anterior: se busca detectar si el castigo o el reproche disminuyen el impulso motivador y en qué grado ello se produce.

**TABLA 46.: ESTIMULACIONES NEGATIVAS**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	14%	16%	20%	17%
4	11%	19%	23%	18%
3	28%	26%	20%	25%
2	29%	13%	17%	19%
1	18%	26%	20%	21%

Elaboración propia.

El 35% del total de alumnos afirman que se hunden un poco si se les regaña, por lo que el profesor haría bien en tomar en consideración este asunto en el funcionamiento de la clase puesto que le compete decir a cada uno lo que debe decir pero que ha de comunicársele a la manera del concreto alumno al que se dirige. Como se había constatado en la cuestión anterior, también en este caso un 40% de alumnos parece ser inmune a la desaprobación o reproche. Las razones de esta actitud pueden ser muy variadas y, entre otras, tal vez sea atendible que el alumno reacciona de ese modo porque ya se les ha regañado demasiado. El escenario metodológico parece tener cierta influencia: un 43 % de los alumnos del grupo tic se sienten afectados negativamente por la actitud de reproche por parte del profesor, mientras que la estimulación negativa solo es sentida por el 25 % de los alumnos del grupo tradicional. El porcentaje de los del grupo cooperativo coincide con el total

c) *La tercera situación deviene de la facilidad* de las propias tareas de la física o de la adaptación del profesor que las adapta, sirve para motivar o para lo contrario.

**TABLA 47.: FACILIDAD DE LAS TAREAS Y MOTIVACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	14%	26%	10%	17%
4	25%	29%	23%	26%
3	43%	22%	23%	29%
2	7%	10%	27%	15%
1	11%	13%	17%	13%

FUENTE: Elaboración propia.

Al 43 % del total de los alumnos les motiva dominar las tareas o ejercicios o problemas que se les encomiendan y se desaniman en cuanto se les pone un objetivo difícil de lograr. Si pudiera generalizarse esta opinión, tal vez el profesor debería tenerlo en cuenta en sus explicaciones, entregando tareas por un plano inclinado, no buscar saltarse pasos en el aprendizaje de los alumnos y no intentar atajar porque esto conllevará una desilusión para los alumnos que no manifiestan especiales deseos de retos o de tareas difíciles. Sin embargo, en razón del grupo metodológico al que pertenecen los alumnos, se manifiestan notables diferencias: en el grupo cooperativo el 55 % de los alumnos se muestran sensibles a la facilidad de las tareas, mientras que esta actitud decae porcentualmente en el grupo tic al 33 % , elevándose en el grupo tradicional hasta el 39 %.

d) *La tarea de los ejercicios*, a veces, puede suponer un verdadero desafío intelectual y hasta un reto a las capacidades del alumno. Desde esta hipótesis se le pregunta a los alumnos en qué medida les motivan las tareas de los ejercicios de la asignatura de física:



**TABLA 48.: MOTIVACIÓN DE LOS EJERCICIOS DE LA FÍSICA.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	15%	10%	20%	15%
4	22%	29%	33%	28%
3	25%	29%	21%	25%
2	19%	13%	13%	15%
1	19%	19%	13%	17%

FUENTE: Elaboración propia.

Por los resultados que se obtuvieron, se percibe que a un 32% del total de los alumnos no les motiva el desafío que implica la elaboración de los ejercicios. Recordemos que en la cuestión anterior (Tabla N° 47) al 40% del total de alumnos les desmotivaban las tareas difíciles. En esta cuestión al 43 % del total de alumnos les motiva el reto o el desafío que entraña el hacer los ejercicios de física. El grupo metodológico de pertenencia tiene innegable influencia: en el grupo tic el 53 % se siente estimulado, en el cooperativo este porcentaje no sobrepasa el 39 % y en el tradicional se queda en el 37%. Los resultados de la tabla que comentamos avala la decisión de algunos profesores que en la búsqueda de atender a la diversidad suelen plantear los ejercicios de modo que sean un reto opcional para los alumnos.

*e) Motivaciones y éxito.* En la quinta cuestión planteada se vinculan las motivaciones con el éxito o con la falta de éxito.

**TABLA 49.: GRADO DE MOTIVACIÓN Y ÉXITO**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	21%	42%	23%	29%
4	32%	23%	17%	24%
3	29%	25%	43%	33%
2	11%	10%	10%	10%
1	7%	0%	7%	4%

FUENTE: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se infiere que estimula más un éxito, el reconocimiento de la tarea bien hecha que un fracaso: sólo un 14% del total de alumnos no considera de especial significación estos detalles. En coherencia con los resultados de otras situaciones parecidas, se puede concluir que la delicadeza en el trato ayuda a los alumnos que son cada vez más emotivos. La variable, grupo metodológico, en mi parecer, constituye un factor de variación muy estimable: destaca el 65 % del grupo cooperativo que tiene un alto aprecio del éxito, seguido del 53 % del grupo tradicional que se manifiesta en el mismo sentido, en cambio hay una sensible distancia por parte del grupo tic en que tan solo el 40 % atribuye este sentido motivador al éxito. No es que este grupo señale el fracaso como factor de estimulación. Por lo datos, este grupo manifiesta un alto grado, 43 %, de desconocer o puede que una racional indiferencia ante el asunto.

*f) El trabajo cooperativo.* La siguiente cuestión sobre la que se recaba la opinión de los alumnos trata de establecer si a estos los impulsa positivamente el trabajo en grupo de forma cooperativa o es una variable todavía no valorada por los estudiantes del tercer curso de la ESO.

**TABLA 50: EL TRABAJO COOPERATIVO COMO ESTÍMULO DE MOTIVACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	15%	13%	28%	18%
4	22%	45%	24%	31%
3	45%	29%	24%	32%
2	7%	10%	21%	13%
1	11%	3%	3%	6%

FUENTE: Elaboración propia.

En la sociedad actual, que es la sociedad globalizada del conocimiento, el trabajo en equipo es una variable de gran aprecio no sólo en los ámbitos científicos y en las investigaciones pedagógicas sino que en el ámbito de la nueva economía de servicios goza de un especial aprecio. Con estas premisas era obligada la presentación de esta cuestión a los alumnos y los resultados han satisfecho las expectativas. A la propuesta de que trabajar en grupo de forma cooperativa estimula a los alumnos, sólo un 6% dice que no le motiva en absoluto. Sin embargo, existe casi un 50% que afirma que le ayuda

mucho. En la comparación de los resultados por grupos sobresale el 58 % de los alumnos del grupo cooperativo, seguido de cerca, 52 %, del grupo tic que es de la misma opinión. Se distancia el grupo tradicional que se polariza en el 37 % en esta tendencia. Esto no significa que el grupo tradicional entienda que el trabajo en equipo no motiva sino que no tiene claridad sobre este asunto y por ello se eleva el porcentaje de los que se polarizan en la rúbrica indiferente. También puede mostrar que están poco predispuestos a realizar el trabajo en grupo.

*g) Motivación y participación.* La séptima situación que se presenta a los alumnos para su reflexión consiste en colocar al alumno ante la posibilidad de tomar parte en las decisiones curriculares, es decir, poder intervenir en la selección de los aspectos importantes a estudiar en la física y manifestar criterios de elección respecto de los ejercicios a hacer.

**TABLA 51: MOTIVACIÓN Y PARTICIPACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	11%	10%	38%	20%
4	30%	10%	14%	17%
3	33%	51%	31%	39%
2	19%	13%	14%	15%
1	7%	16%	3%	9%

FUENTE: Elaboración propia.

Al grupo cooperativo no parece interesarle demasiado el asunto: tan solo el 20 % manifiesta su interés. Sin embargo, los dos grupos restantes manifiestan su opinión contraria: el 41 % de los alumnos del tradicional y el 52 % de los alumnos del tic están interesados en las actividades curriculares y asumen que ello tiene un efecto motivador. En todo caso, sobre la rúbrica de la indiferencia se produce la mayor polarización de frecuencias, lo que permite inferir que los alumnos en general no están muy convencidos de sentirse especialmente estimulados por la situación propuesta o no sabe qué conlleva esta situación.

*h) Participación en la evaluación.* El asunto siguiente que se propone a los alumnos concreta la mencionada ‘participación en las actividades de la clase’ de la cuestión anterior en algo concreto y muy valorada por los alumnos. Se les planteó a los alumnos la participación en el proceso de evaluación.

**TABLA 52: MOTIVACIÓN Y EVALUACIÓN.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	12%	10%	14%	12%
4	27%	23%	38%	29%
3	31%	38%	17%	29%
2	15%	16%	17%	16%
1	15%	13%	14%	14%

FUENTE: Elaboración propia.

A la vista de los resultados obtenidos lo primero que se percibe es que no hay tendencias claramente definidas y la dispersión de las opiniones está bastante consolidada en los estudiantes investigados: en el total de los alumnos el 41 % afirma el carácter motivador que puede tener participar en la evaluación y el grupo tic es el que se manifiesta de manera más decidida, 52 %, por esta opinión. Del resto de los datos se puede concluir que los alumnos consultados no tienen ideas claras sobre la cuestión. Al menos así estimo que pueden interpretarse que haya un 30% que manifiestan no sentirse motivados o apenas motivado por el hecho de participar en la evaluación.

*i) Trabajo individual.* La novena cuestión pone a la consideración de los alumnos un asunto contrario al planteado en la cuestión precedente (Tabla N° 52) y cuyo resultado ya se ha comentado. La situación actual que se plantea a los alumnos engarza el trabajo individual y la motivación, es decir, si estos se sienten más estimulados por trabajar de forma individual.

**TABLA 53: ¿EL TRABAJO INDIVIDUAL ES UN FACTOR MOTIVADOR?**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	6%	3%	6%
4	15%	16%	3%	11%
3	41%	36%	53%	43%
2	15%	19%	17%	17%
1	22%	23%	24%	23%

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados son reveladores: tan solo el 17 % del total de alumnos se siente motivado por el trabajo individual y se sitúan en la posición contraria el 40 % del total de los alumnos. Esta pregunta sale con una puntuación más baja si hacemos la media de las respuestas obtenidas en las distintas cuestiones con las puntuaciones de los alumnos. Por tanto, este es un respaldo interesante al trabajo cooperativo que se había planteado con anterioridad. Sin embargo, llama la atención la polarización de frecuencias en la rúbrica de la indiferencia con el 43 % del total de alumnos y en el grupo tic la cuestión se recibe por el 53% con indiferencia.

j) *Participación en clase.* La motivación que conlleva la participación en clase es lo que se pregunta en la décima cuestión frente a la situación de permanecer callado, sin intervenir y sin participar.

**TABLA 54: PARTICIPACIÓN EN CLASE Y MOTIVACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	30%	26%	34%	30%
4	22%	32%	31%	29%
3	22%	23%	11%	18%
2	11%	13%	7%	10%
1	15%	6%	17%	13%

FUENTE: Elaboración propia.

Para los alumnos participar en las clases, preguntando, interviniendo, pidiendo explicaciones, etc. es un ejercicio útil para clarificar los asuntos que no haya comprendido y necesario para que aumente y se fortalezca su autoestima de que es escuchado por los demás y valorado. Es una cuestión tan sensible para los estudiantes, que casi un 60% del total de los alumnos han respondido que les motiva mucho intervenir en las clases. En los tres grupos esta tendencia sobrepasa el 50 % y en el grupo tic la tendencia alcanza el 65 %. No solo es una cuestión sensible sino que también es un asunto sobre el que los alumnos tienen las ideas claras: menos del 20 % se polarizaron en la rúbrica indiferente y en el grupo tic este porcentaje bajó al 10 %. En consecuencia, el método tradicional en el que el profesor expone y los demás escuchan, parece servir solo al 23% de personas que no se sienten especialmente motivados a participar.

*k) Valoración de las actividades de clase.* Cuando en clase se muestra la importancia de lo que se hace ayuda a la motivación. Esta cuestión que se propone a los alumnos, en cierto modo, viene a especificar y contrastar la anterior.

**TABLA 55: MOTIVACIÓN Y ESTIMA DE LAS ACTIVIDADES DE LA CLASE.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	16%	17%	14%
4	33%	13%	21%	22%
3	34%	52%	38%	41%
2	11%	19%	14%	15%
1	15%	0%	10%	8%

FUENTE: Elaboración propia.

Los alumnos en un tanto por ciento alto suelen preguntar para qué sirve esto, esto debe motivar al profesor a estar abierto a este cuestionamiento porque es muy natural la situación frustrante de hacer algo y no saber el por qué. Todos los seres humanos necesitamos conocer la importancia de lo que estamos haciendo, también los estudiantes en un 36% así lo manifiestan. Sin embargo, volvemos a encontrarnos con un tercio que no les motiva la situación. En mi parecer, teniendo en cuenta los resultados de la cuestión anterior y que esta pregunta especifica un poco más la anterior, los resultados obtenidos muestran, en este caso, una cierta disfunción que puede provenir del profesor, que

no haya explicado bien la cuestión o que los alumnos consultados no hayan captado bien el sentido del asunto propuesto. Es un problema que, al tercio de alumnos que estima no sentirse motivado, ha de añadirse el 41 % del total de alumnos que se sienten indiferentes ante la situación presentada, teniendo en cuenta los resultados de la cuestión precedente como aparece en la Tabla 54.

l) *Actuar en público*. La cuestión presentada de actuar en público viene a complementar la mostrada en el décimo lugar (Tabla N° 54). En este caso se demandaba a los alumnos que manifestaran si actuar ante un auditorio como el que forman los alumnos en una clase puede ser más o menos estimulante.

**TABLA 56: ACTUAR ANTE UN AUDITORIO ESTIMULA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	3%	14%	8%
4	15%	19%	17%	17%
3	63%	52%	28%	47%
2	0%	16%	24%	14%
1	15%	10%	17%	14%

FUENTE: Elaboración propia.

Que las exposiciones en público estimulen mucho a los alumnos es una tendencia claramente minoritaria, el 8 % del total de alumnos. Entre estos y los que se sienten estimulados sin otra connotación calificativa alcanzan un 25 % de frecuencias y un 28% que no se sienten motivados por la actuación ante el auditorio de la clase. La tendencia más relevante está en la indiferencia: el 47 % del total de los alumnos. En esta tendencia tiene clara influencia el grupo metodológico de pertenencia: el 63 % corresponde al grupo tradicional, el 52 % al cooperativo y el 28 % a los alumnos del grupo tic. Por tanto, a la hora de realizar otras investigaciones nos podría servir este dato, además en la clase que estudia según el aprendizaje cooperativo el gusto por exponer es positivo, esto hace que tengan gusto por explicar a los demás, algo en lo que se apoya esta estrategia.

m) *Competencia y motivación*. La siguiente cuestión que se les presentó a los alumnos, la décimo tercera, recaba de ellos sus opiniones respecto del carácter motivador de la competencia.

**TABLA 57: COMPETENCIA Y MOTIVACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	19%	13%	14%	15%
4	26%	29%	28%	28%
3	36%	36%	34%	35%
2	4%	19%	14%	13%
1	15%	3%	10%	9%

FUENTE: Elaboración propia.

La tendencia más significativa 43 %, considera estimulante la competición y no se aprecian influencias especiales de parte de los diferentes planteamientos metodológicos en la mencionada tendencia ni en su contrario. Los datos parecen cuestionar la extendida teoría de que los juegos o competiciones son sólo para niños. Sin embargo, todo tipo de generaciones y también los adolescentes suelen divertirse mucho participando o asistiendo a las competiciones.

*n) Pormenorizar los asuntos en la explicación.* La cuestión siguiente que ocupa el lugar décimo cuarto, tiene por objeto indagar si al alumno le afecta positivamente que le detallen, especifiquen y concreten todo lo referente a las tareas y actividades que tiene que llevar a cabo.

**TABLA 58: DETALLAR LA EXPLICACIÓN MOTIVA**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	0%	10%	6%
4	26%	23%	24%	24%
3	33%	45%	28%	35%
2	19%	26%	21%	22%
1	15%	6%	17%	13%

FUENTE: Elaboración propia.

Una vez más nos hallamos ante una tabla de resultados bastante dispersos, puesto que se han producido tres tendencias con un porcentaje de frecuencias muy semejante: el 36 % del total de alumnos se muestran indiferentes, el 30 % acepta que detallar los asuntos les motiva y el 35 % manifiesta que el mencionado detalle no les motiva. No se



perciben significativas influencias de los métodos en los resultados. En todo caso, esta pregunta tiene sus analogías con otras situaciones ya mencionadas con anterioridad y una nueva se tratará en la cuestión 16ª.

ñ) *Actitud pasiva y motivación.* La décimo quinta cuestión presenta un asunto contrario al que ya se ha presentado en la décima y en la duodécima. En este caso, se demanda a los alumnos que manifiesten sus preferencias por pasar desapercibido en clase, no participar y tan sólo escuchar pasivamente.

**TABLA 59: ACTITUD PASIVA Y MOTIVACIÓN**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	7%	16%	14%	13%
4	11%	10%	7%	9%
3	38%	35%	37%	37%
2	33%	16%	28%	25%
1	11%	23%	14%	16%

FUENTE: Elaboración propia.

La actitud de pasar desapercibido en clase, de forma relajada, escuchando pasivamente y no participando, como puede observarse por los datos de la tabla expuesta, solo motiva a unos pocos alumnos, 22% del total. Más del 40 % manifiesta que no le motivan las actitudes pasivas en la clase y el 37 % se ubica en el espacio cultural de la indiferencia. No se perciben en los resultados especiales influencias por razón de los planteamientos metodológicos.

o) *Nuevos retos.* Con el penúltimo asunto, que se presentó a los alumnos para su consideración, se indaga si el alumno se siente estimulado al hacer tareas en las que no se le da todo hecho sino que ha de descubrir por sí mismo algunos aspectos, es decir, si el alumno es capaz de asumir como un desafío las actividades a realizar. Esta cuestión tiene un contenido opuesto al de la 14ª.

**TABLA 60: MOTIVACIÓN Y POSIBILIDAD DE DESAFÍOS**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	4%	6%	24%	11%

4	26%	35%	28%	30%
3	36%	24%	27%	29%
2	19%	16%	7%	14%
1	15%	19%	14%	16%

FUENTE: Elaboración propia.

Ya ha habido varias preguntas acerca de si los retos motivan o no, en este caso vuelve a salir un resultado parecido, más de un 40% del total de alumnos responde que los retos le motivan y un 30% no elige esta opción. En este asunto el punto de vista metodológico es muy significativo: los del grupo tic se manifiestan a favor del carácter motivador de los desafíos en el 52 % de los casos, en el grupo cooperativo el 41 % y en el tradicional tan solo el 30 %. Los resultados en sentido contrario manifiestan igualmente influencia metodológica: 34 % del grupo tradicional no se siente motivado por los retos, de la misma opinión participa el 35 % de los del grupo cooperativo y los del grupo tic solo el 21 %.

*p) Las TIC y la motivación.* La última cuestión las posibilidades de motivación que puede experimentar el alumno cuando el profesor emplea en sus explicaciones de clase las nuevas técnicas e instrumentos audiovisuales y tecnológicos.

**TABLA 61: CONDICIÓN MOTIVADORA DE LA PRÁCTICA DE LAS TIC**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic	Total
5	74%	52%	59%	61%
4	4%	26%	14%	15%
3	14%	16%	17%	16%
2	4%	3%	3%	3%
1	4%	3%	7%	5%

FUENTE: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por la cuestión planteada se infiere la mejor disposición de la mayoría de los alumnos, 76 % del total, para el uso de las técnicas e instrumentos audiovisuales y tecnológicos para las explicaciones de clase por parte del profesor. Esta disposición está presente en todas las clases. Hasta el 78 % de los alumnos del grupo tradicional y cooperativo y el 73 % de los del tic estarían deseando que la materia

se diera por medio de recursos audiovisuales. La acumulación de frecuencias en esta cuestión no significa que los recursos tecnológicos por sí mismos resuelvan los problemas de motivación, pero también ha de aceptarse que los alumnos los prefieren a otras opciones.

**6.5.2.- Test posterior de motivación.** Los datos expuestos hasta este momento se obtuvieron mediante un test cumplimentado con anterioridad a la experiencia investigadora. Los datos obtenidos mediante este instrumento no presentan diferencias muy significativas entre los grupos tradicional, cooperativo y tic. Después de llevar a cabo el experimento se aplicó de nuevo un test motivacional, para observar las posibles diferencias de motivación entre los tres grupos metodológicos. Se pretendía observar, si en la etapa posterior, esas diferencias habían cambiado, en qué sentido se había producido el cambio y la significación que podía tener la perspectiva metodológica.

El test cumplimentado consta de dos partes: la primera se refiere al grado de motivación en clase y su rendimiento y la segunda al potencial motivador de la física. La segunda parte es exactamente igual que en el test motivacional previo a la experiencia porque se pretendía indagar si los resultados obtenidos sobre las motivaciones habían cambiado y en qué dirección se había producido el cambio, si lo hubo. La primera parte se estructura en torno a una serie de preguntas, algunas de las cuales son iguales a las ya usadas en el test previo a la experiencia y otras diferentes. Las que difieren buscan ahondar en la motivación ante la experiencia realizada sobre los temas concretos: la densidad, la presión, el volumen, la temperatura y el calor.

*6.5.2.1.-Grado de motivación en clase y su rendimiento.* En primer término vamos a *mostrar las medias* de las diversas preguntas realizadas antes y después de la experiencia, puesto que pueden mostrar aspectos interesantes y demostrativos de la psicología de los alumnos a la hora de afrontar cada época del curso.

*La escala con la que se puntúa es la siguiente:*

Escala	Significado
5	Muy alto
4	Alto
3	Indiferente

2	Bajo
1	Muy bajo

a) Los resultados a las primeras preguntas acerca del *grado de interés, atención en clase, esfuerzo por aprender y grado de dedicación* en general en cada grupo han sido:

**TABLA 62 : RELACIÓN DE INTERÉS, ATENCIÓN, ESFUERZO Y DE DEDICACIÓN FRENTE A LA METODOLOGÍA.**

	Interés	Atención	Esfuerzo	Grado de dedicación
Tradicional antes	4,00	4,06	4,16	3,81
Tradicional después	3,48	3,41	3,48	3,24
Cooperativo antes	3,84	3,72	3,81	3,66
Cooperativo después	3,45	3,59	3,72	3,38
Tic antes	3,60	3,63	3,77	3,73
Tic después	3,56	3,48	3,70	3,15

Fuente: Elaboración propia

Lo que reflejan estos resultados es que los alumnos a medida que ha pasado el curso, el grado de interés, de atención, de esfuerzo y de dedicación va disminuyendo. En realidad, el tradicional baja más que los otros grupos, además se está calificando este aspecto en todas las materias, no se están ciñendo sólo a la asignatura de física sino a su percepción general. Es importante que los profesores nos demos cuenta también de esto, el alumno tiene buenos propósitos pero si no se promueve una renovación periódica estas disposiciones se irán perdiendo, con la pérdida de motivación que conlleva en parte debido a la consecución de resultados poco satisfactorios.

b) En la tabla siguiente se muestran los *resultados correspondientes a las asignaturas* en cuanto al interés que suscitan, discriminando cuáles son las que más les interesan y cuáles son las que menos, en el marco del método tradicional, antes y después del experimento:

**TABLA 63 : RELACIÓN DE INTERÉS EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TRADICIONAL.**

Asignaturas	Tradicional antes		Tradicional después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	21%	0%	22%	0%
Lengua	32%	12%	22%	19%
Física	11%	12%	11%	25%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	5%	24%	6%	19%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	21%	0%	33%	0%
Música	0%	29%	0%	6%
Dibujo	5%	23%	6%	31%
Ed. Física	5%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

Los datos hacen ver que la aplicación del método tradicional ha producido que el desinterés por la asignatura de física se haya multiplicado por dos, los demás resultados permanecen más o menos constantes, ha crecido el interés por geografía y ha disminuido en lengua pero de forma leve y no tan llamativa como en física. En el análisis de los datos en función de otros métodos se clarificará el sentido del menor interés por la Física después del experimento. Tal vez sea debido a que el profesor no suele seguir el libro pero al aplicar el método tradicional se ha ceñido a leer el libro y a explicar las dudas que hubiera, esto provoca el aumento del tedio y del desinterés.

c) En la tabla siguiente se ofrecen de nuevo los *datos de interés obtenidos sobre las asignaturas en el marco del método cooperativo*:

**TABLA 64 : RELACIÓN DE INTERÉS EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DE LA METODOLOGÍA COOPERATIVA.**

Asignaturas	Cooperativo antes		Cooperativo después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	9%	16%	15%	0%
Lengua	27%	8%	10%	0%
Física	9%	8%	35%	6%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	18%	4%	15%	16%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	5%	32%	5%	50%
Música	0%	8%	0%	0%
Dibujo	23%	12%	20%	28%
Ed. Física	9%	12%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En este caso, se puede observar que crece el desinterés por la geografía y por el dibujo, en cambio el interés crece de forma extraordinaria en la asignatura de Física. Más de un tercio de los alumnos consideran la asignatura en la que tienen más interés. Antes de la experiencia estaba en cuarto lugar junto con educación física y matemáticas; después de la experiencia se coloca en el primer lugar aventajando en un 15% a la segunda en interés para los alumnos.

d) En la tabla siguiente, los resultados del *análisis del interés preferente por las asignaturas antes y después del experimento*, tiene lugar en el marco de la metodología tic. Los datos son los que siguen:

**TABLA 65 : RELACIÓN DE INTERÉS EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TIC**

Asignaturas	Tic antes		Tic después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	22%	0%	20%	5%

Lengua	11%	6%	20%	5%
Física	0%	6%	20%	5%
Tecnología	11%	0%	0%	0%
Biología	17%	22%	15%	26%
Química	6%	0%	0%	0%
Geografía	17%	0%	20%	5%
Música	0%	33%	0%	48%
Dibujo	6%	28%	5%	6%
Ed. Física	10%	5%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

De los datos expuestos se sigue que el interés por la Física en este caso no es tan espectacular como en el grupo cooperativo, sin embargo de no tener a ningún alumno interesado de forma especial por la física, después de la explicación según esta metodología han pasado a tener especial interés el 20%. Es la asignatura que más crece en interés, coincide en interés y desinterés con geografía que sube un 3% y crece en desinterés en un 5%, con matemáticas que disminuye en un 2% su interés y su desinterés crece en un 5% y con lengua que crece en su interés en un 9% y en su desinterés disminuye lo mismo que física. En consecuencia, la asignatura que más cambia a mejor en interés es la física.

e) En las tres tablas siguientes se muestra *el grado de atención suscitado* por las asignaturas, antes y después del experimento. Se inicia con el grupo tradicional.

**TABLA 66: RELACIÓN DE ATENCIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TRADICIONAL**

Asignaturas	Tradicional antes		Tradicional después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	22%	28%	37%	0%
Lengua	17%	6%	21%	0%
Física	0%	0%	16%	23%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	11%	17%	11%	23%

Química	0%	0%	0%	8%
Geografía	28%	0%	11%	8%
Música	0%	22%	0%	8%
Dibujo	11%	17%	4%	31%
Ed. Física	11%	10%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al grado de atención en la asignatura de física, un 23% considera que es la materia en la que menos atiende o más se distrae, sin embargo hay un 16% que después del mes en que tuvo lugar el experimento se ha dado cuenta de que tiene que atender y la coloca como la asignatura en la que más atiende. Dentro de los demás resultados es de resaltar la variación en la atención en geografía y la mayor distracción que existe en dibujo.

f) Mostramos en la tabla siguiente los resultados de *atención preferente a las asignaturas en el contexto del grupo cooperativo*:

**TABLA 67: RELACIÓN DE ATENCIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DE LA METODOLOGÍA COOPERATIVA**

Asignaturas	Cooperativo antes		Cooperativo después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	39%	6%	0%	21%
Lengua	6%	0%	23%	0%
Física	17%	0%	68%	0%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	28%	13%	5%	16%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	6%	81%	0%	47%
Música	0%	0%	0%	0%
Dibujo	0%	0%	4%	16%
Ed. Física	4%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia



El resultado correspondiente a la materia de física es tan sobresaliente que puede considerarse demostrativo de la utilidad y validez de la prueba realizada además de recomendar esta experiencia didáctica en otras asignaturas. Más de dos tercios de los alumnos manifiestan que la física es la asignatura en que están más atentos. En cuanto al desinterés crece en matemáticas y dibujo, asignaturas de ciencias, por tanto el éxito de atención de física no es debido a que ahora a los alumnos les interesen más las ciencias sino a la metodología aplicada.

g) La siguiente tabla ofrece los *resultados de atención a las asignaturas* en el contexto metodológico del grupo tic:

**TABLA 68: RELACIÓN DE ATENCIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TIC**

Asignaturas	Tic antes		Tic después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	28%	21%	21%	6%
Lengua	28%	0%	21%	6%
Física	0%	0%	37%	0%
Tecnología	17%	21%	0%	0%
Biología	22%	7%	11%	17%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	5%	0%	10%	0%
Música	0%	21%	0%	44%
Dibujo	0%	14%	0%	27%
Ed. Física	0%	16%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

Una vez más aparece como incuestionable y sobresaliente el cambio de actitud en los alumnos del grupo tic con respecto a la materia de física, que pasa de 0% a tener más de un tercio de alumnos que ponen una atención especial en esta asignatura. También destaca la creciente distracción en materias como la música y el dibujo.

h) En las tres tablas siguientes se muestran los *datos sobre el esfuerzo* que los alumnos atribuyen a las diversas asignaturas. En la tabla que sigue a continuación se

ofrecen los resultados del esfuerzo que los alumnos prestan a las asignaturas en el marco del *grupo tradicional*:

**TABLA 69: RELACIÓN DE ES FUERZO EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TRADICIONAL**

	Tradicional antes		Tradicional después	
Asignaturas	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	25%	13%	30%	0%
Lengua	13%	7%	30%	8%
Física	21%	7%	13%	25%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	13%	7%	13%	8%
Química	0%	0%	0%	8%
Geografía	4%	7%	4%	8%
Música	4%	13%	0%	8%
Dibujo	4%	27%	10%	35%
Ed. Física	16%	19%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

El grado de esfuerzo en la asignatura de lengua ha aumentado y en la de física ha disminuido considerablemente: una cuarta parte de los alumnos la designa como la materia en la que menos se esfuerzan. También disminuye los que la escogen como la asignatura en la que más se esfuerzan.

i) Los resultados sobre el esfuerzo que los alumnos del grupo cooperativo atribuyen a las asignaturas aparecen en la tabla siguiente:

**TABLA 70: RELACIÓN DE ES FUERZO EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DE LA METODOLOGÍA COOPERATIVA**

	Cooperativo antes		Cooperativo después	
Asignaturas	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	50%	11%	25%	13%
Lengua	18%	0%	15%	6%

<b>Física</b>	9%	0%	45%	0%
<b>Tecnología</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Biología</b>	14%	6%	10%	19%
<b>Química</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Geografía</b>	0%	50%	0%	38%
<b>Música</b>	0%	6%	0%	6%
<b>Dibujo</b>	0%	17%	5%	18%
<b>Ed. Física</b>	9%	10%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

La variable metodológica es en este caso decisiva: en cuanto al esfuerzo prestado a la asignatura es significativamente alto, casi la mitad de los alumnos, 45 %, la designan como la materia en la que se esfuerzan de un modo especial y ningún alumno la elige como la que menos se esfuerza. A veces, el “esfuerzo” para los alumnos puede ser sinónimo de interés. Por esta razón todos los resultados salen en una misma tendencia.

j) Los resultados de los alumnos del grupo tic en relación al esfuerzo son:

**TABLA 71: RELACIÓN DE ES FUERZO EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TIC**

<b>Asignaturas</b>	<b>Tic antes</b>		<b>Tic después</b>	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
<b>Matemáticas</b>	53%	0%	22%	7%
<b>Lengua</b>	27%	17%	22%	13%
<b>Física</b>	7%	0%	43%	0%
<b>Tecnología</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Biología</b>	0%	25%	13%	7%
<b>Química</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Geografía</b>	13%	0%	0%	0%
<b>Música</b>	0%	33%	0%	53%
<b>Dibujo</b>	0%	17%	0%	20%
<b>Ed. Física</b>	0%	8%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En este caso también la física, en cuanto a los resultados obtenidos, cambia de una forma sobresaliente, más del 40% de los alumnos la escogen como la materia en la que más se esfuerzan. Disminuye mucho la elección de matemáticas como la asignatura en la que más se esforzaban. El crecimiento de física sobresale en estos resultados de una forma extraordinaria poniendo claramente de manifiesto la importancia del método en los resultados.

k) A continuación aparecerán tres tablas sucesivas sobre el *grado de dedicación y constancia* que los alumnos dicen haber prestado a las asignaturas. En la tabla que sigue se manifiestan los resultados sobre el grado de *dedicación y constancia en el contexto del grupo metodológico tradicional*:

**TABLA 72: RELACIÓN DE DEDICACIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DEL MÉTODO TRADICIONAL**

	Tradicional antes		Tradicional después	
Asignaturas	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	23%	29%	25%	8%
Lengua	14%	7%	45%	0%
Física	5%	0%	20%	31%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	18%	0%	5%	23%
Química	0%	0%	0%	8%
Geografía	5%	0%	0%	0%
Música	5%	21%	0%	15%
Dibujo	27%	14%	5%	15%
Ed. Física	3%	29%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En el grupo tradicional se recogió que el grado de constancia aumentó mucho en la asignatura de lengua porque en esos momentos el profesor había mandado varios trabajos y también tenían un examen largo y se manifiesta una leve subida en matemáticas. En cuanto a la asignatura de física crece en dedicación y constancia hasta un 20 %, sin

embargo casi un tercio de los alumnos de este grupo parece como si la hubieran abandonado. Es la que más crece negativamente junto con la biología.

1) Tabla de resultados del grado de *dedicación y constancia* que los alumnos del grupo cooperativo dice prestar a las asignaturas:

**TABLA 73: RELACIÓN DE DEDICACIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTES Y DESPUÉS DE LA METODOLOGÍA COOPERATIVA**

	Cooperativo antes		Cooperativo después	
Asignaturas	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	21%	0%	5%	19%
Lengua	42%	0%	41%	0%
Física	0%	14%	32%	0%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	4%	5%	14%	13%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	0%	45%	0%	56%
Música	0%	9%	0%	0%
Dibujo	29%	18%	8%	12%
Ed. física	4%	9%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En el caso del grupo cooperativo, dado los altos niveles de interés y atención, se esperaba este resultado de dedicación, una materia que empieza a gustar a los alumnos hace que estén más predispuestos a estudiarla y esforzarse. La física es la asignatura que más cambia en dirección positiva: de 0 % a 32 % después del experimento, aunque está por debajo de lengua por lo dicho anteriormente y porque lengua es una de las dos materias más importantes de todo curso.

m) En la tabla siguiente aparecen los resultados de los alumnos del grupo tic sobre la dedicación y constancia que prestan a la física antes y después de la experiencia didáctica llevada a cabo:

**TABLA 74.: RELACIÓN DE DEDICACIÓN EN CADA ASIGNATURA ANTE S Y DESPUÉS DEL MÉTODO TIC**

Asignaturas	Tic antes		Tic después	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
Matemáticas	28%	0%	24%	7%
Lengua	33%	0%	14%	13%
Física	17%	0%	38%	0%
Tecnología	0%	0%	0%	0%
Biología	16%	30%	10%	13%
Química	0%	0%	0%	0%
Geografía	6%	0%	10%	7%
Música	0%	20%	0%	53%
Dibujo	0%	30%	4%	7%
Ed. Física	0%	20%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En este caso, la materia de Física vuelve a alcanzar el primer puesto en cuanto a la constancia y dedicación que le prestan los alumnos del grupo tic y más de un tercio, 38 %, han aumentado su dedicación a la física por encima de cualquier otra. Una vez más el marco metodológico, en este caso del uso de las nuevas tecnologías y de medios audiovisuales, evidencia su condición de factor de cambios significativos en este caso para la física.

**6.5.3.- Otros resultados aprueban el objetivo de la tesis.** Después de los datos presentados en el punto anterior, queda ya muy claro que a los alumnos integrados en el grupo del método tradicional no les ha ayudado demasiado como estímulo, sin embargo para los otros dos grupos les ha ayudado de forma extraordinaria, han llegado a elegir la materia de física en más del 50% en algunos casos. Avanzando en esta dirección, de

nuevo se van a exponer otros resultados que también pueden servir para corroborar el objetivo general de la tesis.

La escala de puntuación a usar en las tablas que van a continuación es la siguiente:

Escala	Significado
5	Mucho
4	Bastante
3	Indiferente
2	Poco
1	Nada

a) La cuestión sobre la que se indaga se le presenta de la forma más directa posible: pregunta quinta *¿te han gustado las clases de física referente al tema?* Las respuestas han sido:

**TABLA 75: GRADO DE SATISFACCIÓN DE LAS CLASES**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	3%	30%	26%
4	14%	47%	52%
3	39%	16%	12%
2	34%	7%	7%
1	10%	0%	4%

Fuente: Elaboración propia

Estos datos lógicamente reafirman lo deducido de las otras cuestiones: en el grupo tradicional existe un 44% que le han gustado poco o nada las clases, en cambio, en el grupo cooperativo sólo un 7% y en el grupo tic el 11% se polarizan en las rúbricas de menor satisfacción con las clases. En cuanto a la elección de que las clases le han resultado satisfactorias la diferencia es más significativa: al 17 % en el grupo tradicional, en el cooperativo el 77% quedó satisfecho y en el tic el 78% de los alumnos quedaron satisfechos de las clases de física. En este caso, los datos son elocuentes y hablan por sí solos, no parece necesario hacer glosas interpretativas al respecto.

b) La sexta pregunta es abierta para que manifiesten el motivo o los motivos de la puntuación atribuida a la materia de física en la pregunta anterior. Las respuestas son mucho más diversas y varían en gran medida entre el grupo tradicional y los otros grupos como se puede deducir de los resultados anteriores.

**TABLA 76: MOTIVOS DE LA PUNTUACIÓN ASIGNADA A LA FÍSICA**

Motivos	Tradicional	Cooperativo	Tic
Demasiados problemas	4%	0%	0%
Soy de letras	4%	5%	0%
Aburrido	35%	5%	8%
No entiendo	12%	5%	4%
Me da igual	0%	0%	8%
Por el futuro	12%	5%	4%
Interesante	4%	32%	21%
Por los problemas	8%	0%	0%
Me gusta	8%	0%	0%
Recursos	0%	16%	42%
Divertida	0%	16%	13%
Otras respuestas	13%	16%	0%

Fuente: Elaboración propia

Dentro de una aparente dispersión, se aprecia que tanto en los datos de la tabla como en el siguiente gráfico, los motivos negativos en el grupo tradicional ascienden al 54%; en cambio en los otros grupos está por debajo del 20%. En cuanto a los motivos positivos alcanzan un nivel porcentual del 46% en el grupo tradicional y está en torno al 80% en los grupos cooperativo y tic. Entre las otras respuestas destacan la “conexión con la vida real”, “es una materia fácil”, etc..

Ahora me detengo en una respuesta “conexión con la vida real”, ésta fue una de las propuestas del simposio ENCIENDE (2011), también es una de las herramientas que proponen la mayoría de autores (Pozo, 1998) para volver a captar el interés por la ciencia.

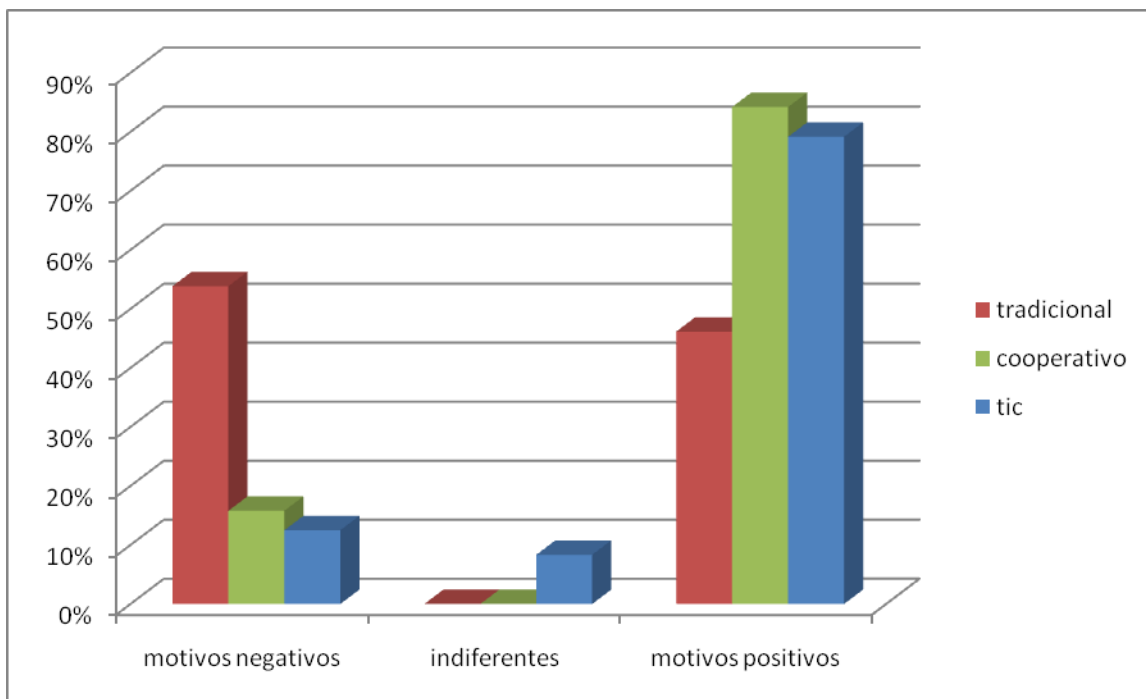


En cambio, en el grupo cooperativo en ‘otras respuestas’ se menciona la experiencia como interesante y explican que “lo de los grupos está bien”, “trabajar en grupo es mejor y aprendes más”, “no eran todo números, sí tenía un poco de memoria pero había que entender”. Ante la respuesta de era divertido también adornan la respuesta con comentarios como “podemos hablar”, “era más abierto”, “compartes opiniones y te explica un compañero”, “era difícil pero divertido” etc. .

También me voy a detener en una de las respuestas “había que entender”, de hecho lo que se puede observar es que los alumnos también les interesa más una materia cuando ven su aplicación práctica, de esta forma hacen funcionar el entendimiento y el razonamiento lógico.

En el caso del grupo tic, las respuestas negativas se explican algunas de ellas por el motivo de que “no es divertido lo del ordenador” o “no me gusta lo audiovisual”, las respuestas con interés por la materia no explican más.

### ILUSTRACIÓN 3.- MOTIVOS DE LA PUNTUACIÓN ASIGNADA A LA MATERIA DE FÍSICA.



Fuente: Elaboración propia.

c) Después en la encuesta se realizan cinco preguntas acerca de los recursos y sobre la actitud en clase. La siguiente pregunta consiste en si les han gustado los medios empleados. Ante esta pregunta los alumnos responden:

**TABLA 77: LOS MEDIOS USADOS PARA LA CLASE.**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	3%	32%	52%
4	10%	43%	37%
3	36%	21%	7%
2	17%	4%	0%
1	34%	0%	4%

Fuente: elaboración propia.

La coherencia en las respuestas sigue siendo la tónica más destacada: a más del 50 % de los alumnos del grupo tradicional no les han satisfecho los medios empleados en la clase. Se recuerda que en este grupo sólo se usó el libro de texto. A los alumnos de los otros dos grupos, en general, les ha satisfecho el uso de las nuevas tecnologías en la proporción del 75% en el grupo cooperativo y del 89% a los alumnos del grupo tic, en el que se usaron las nuevas tecnologías con profusión.

d-e) La siguiente cuestión es interesante porque les hace reflexionar no sólo sobre si les han satisfecho los procedimientos sino si han estado más atentos. Se les comenta el motivo de estos medios y se les induce a cuestionarse y definirse sobre el asunto de si los medios hacen que aumente su atención. Los resultados aparecen en la tabla siguiente:

**TABLA 78: HAN MANTENIDO LA ATENCIÓN EN LAS CLASES**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	7%	32%	37%
4	31%	39%	44%

3	28%	25%	15%
2	17%	0%	0%
1	17%	4%	4%

Fuente: elaboración propia.

**TABLA 79: ¿LOS MEDIOS GENERAN LA ATENCIÓN?**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	3%	21%	33%
4	3%	36%	41%
3	29%	36%	18%
2	24%	0%	4%
1	41%	7%	4%

Fuente: elaboración propia.

Con estas dos respuestas, parece claro que al grupo tradicional no le ha gustado que los medios quedaran reducidos al uso del texto y tampoco le ha servido para estar más atento y sacar todo el provecho posible a las clases. En los grupos cooperativo y tic la satisfacción ha sido notoria con los procedimientos metodológicos usados en las clases: han estado concentrados en las clases lo afirman el 71 % del grupo cooperativo y el 81 % de los alumnos del grupo tic. En relación a si los nuevos recursos tecnológicos son útiles para generar atención se manifiestan favorables el 57 % del grupo cooperativo y el 74 % del grupo tic y solo el 6 % del grupo tradicional.

f) Otra pregunta: *¿te ha interesado la clase?* El objetivo de esta cuestión era en algún sentido redundante con el aspecto de la atención, puesto que a una persona que le interesa un tema, hace lo posible por estar atento.

**TABLA 80: ¿LE HA INTERESADO LA CLASE?**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	10%	21%	15%

4	31%	54%	41%
3	28%	10%	33%
2	21%	11%	7%
1	10%	4%	4%

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas a esta pregunta mezclan en el caso del primer grupo el interés de los alumnos por la propia materia con el desinterés motivado por el método empleado. En el caso de los otros grupos el interés es claramente la tendencia más significativa: 75% de los alumnos del grupo cooperativo y el 56 % de los del tic y cuya media de los dos está en torno al 65%. De hecho el descontento en el primer grupo es del 31% y de los otros está en torno al 10%.

g) La última cuestión de este apartado les hace reflexionar acerca de si han entendido el contenido de la física que se expuso, en cuanto a la teoría y los problemas. Los datos se presentan en la tabla que sigue:

**TABLA 81: ¿HA COMPRENDIDO EL CONTENIDO EXPLICADO DE LA FÍSICA?**

Puntuación	Tradicional	Cooperativo	Tic
5	7%	25%	15%
4	17%	36%	41%
3	28%	28%	37%
2	31%	4%	7%
1	17%	7%	0%

Fuente: elaboración propia.

Por los datos obtenidos, los alumnos presumen de haberlo entendido bastante bien en los grupos cooperativo y tic más del 50%, sin embargo en el grupo tradicional no llega a un cuarto de los alumnos, 24 %, que manifiestan haber comprendido el contenido explicado, mientras que el 48 % parece manifestar su escasa o nula comprensión del asunto.

**6.5.4.- Potencial motivador de la física.** Ahora vamos a definir el potencial motivador de la asignatura de física, también nos va a servir la puntuación que le dan a las

otras materias para ver si el cambio operado en la física se debe más al estado emocional que a la influencia de las metodologías aplicadas. La escala que se va a emplear será la siguiente:

Escala	Significado
5	Mucho
4	Bastante
3	Indiferente
2	Poco
1	Nada

1) En la tabla siguiente aparecerán los resultados con que los alumnos calificaron el interés que tienen por las diferentes materias del curso de 3º de ESO que están cursando, en este caso la física sólo se ha solicitado que la califiquen con referencia al tema en el que hemos aplicado la metodología.

**TABLA 82 .: PUNTUACIÓN DEL INTERÉS DE LOS ALUMNOS POR LAS ASIGNATURAS**

	Tradicional		Cooperativo		Tic	
Asignaturas	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Matemáticas	4,03	3,76	3,53	3,59	4,03	3,67
Lengua	3,97	3,48	3,56	3,79	3,93	3,67
Inglés	4,25	3,17	3,38	3,17	3,57	2,96
Geografía	4,47	3,59	2,97	3,00	3,80	3,56
Física	3,44	2,59	3,19	4,07	3,63	3,93
Química	3,31	2,28	3,12	2,66	3,37	3,07
Tecnología	3,66	2,76	3,25	2,97	3,53	3,48
Ed. Física	3,22	3,07	3,59	3,59	3,27	2,96
Biología	3,50	3,10	3,53	3,14	3,40	3,07
Dibujo	3,47	3,03	3,34	3,03	3,03	3,26

Fuente: elaboración propia.

Los datos reflejan que los alumnos tienden a calificar su interés más bajo que la primera vez que lo realizaron, los alumnos del grupo tradicional han disminuido su interés en asignaturas como inglés o química en más de un punto mientras que la física, la tecnología y la geografía en unas 85 centésimas. Por tanto la bajada en la puntuación de física es algo normal dadas las puntuaciones que han puesto a las demás materias.

Los grupos cooperativo y tic se manifiestan con la misma inercia, bajando la puntuación sobre el interés de las materias entre 30 y 60 centésimas. Sin embargo, hay una subida extraordinaria en estos casos en el interés por la asignatura de física, en el grupo cooperativo es la que más sube, casi 90 centésimas, (la siguiente que más sube es lengua con 23 centésimas) y en el grupo tic también es la que más sube con 30 centésimas (la siguiente que más sube es dibujo con 23 centésimas).

Si atendemos a la puntuación absoluta, la asignatura de física en el grupo tradicional de estar en el 8º lugar con 3,44 pasa al 9º lugar con 2,59. En el caso del grupo cooperativo, de estar en el 8º lugar con 3,19 pasa al primer lugar con 4,07 aventajando a lengua (2º lugar) en casi 30 centésimas. En el grupo tic, la materia de física estaba en el 4º lugar con 3,63 y sube al primer lugar con 3,93 aventajando a geografía (2º lugar), en más de 30 centésimas.

Puede servirnos también para ilustrar más el cambio producido por la investigación en los alumnos un estudio con alumnos de 4º ESO de Solbes (2011) que manifiesta que los alumnos dicen que la materia de Física y Química es de menor interés que la Educación Física, Tecnología, Educación plástica, Inglés, Matemáticas, Ciencias sociales; está empatada con la Lengua y es de mayor interés que la Biología y Geología y la Música. En determinados aspectos como el interés y la utilidad la física y química ocupa un discreto lugar intermedio entre las demás materias del curso.

En el mismo artículo concluye el autor (Solbes, 2011: 60) que *“la física y química y la biología y geología son aburridas para el alumnado, difíciles y excesivamente teóricas”*. De esta forma queda incluso más enfatizado el éxito en la motivación de los alumnos investigados que han conformado los grupos cooperativo y tic.

2) En concreto, con los datos de física se puede realizar también una comparación bastante ilustrativa acerca del cambio de actitud después de la experiencia realiza-

da. Esta es la puntuación que le han otorgado a la materia de física antes de la experiencia y después.

**TABLA 83: PUNTUACIÓN DEL INTERÉS DE LOS ALUMNOS POR LA FÍSICA**

Puntuación	Tradicional		Cooperativo		Tic	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
5	10%	4%	9%	28%	20%	19%
4	34%	14%	31%	55%	37%	63%
3	21%	34%	34%	14%	33%	11%
2	28%	34%	19%	3%	7%	7%
1	7%	14%	7%	0%	3%	0%

Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir con estos resultados que el cambio de metodología ha influido positiva y significativamente: en el grupo cooperativo de tener interés un 40% pasan a tenerlo más del 80%. En el grupo tic del 57% a más del 80%, en cambio en el grupo tradicional de tener un desinterés grande un 35%, a tenerlo en un 48%, como ya hemos visto, en este grupo ha bajado el interés en todas las materias del curso, por tanto es lógico que también el de la asignatura de física haya bajado.

### 6.5.- Síntesis.

En la parte motivacional de esta investigación hemos realizado dos test, uno previo a la investigación y otro posterior. Al ver los cambios ocasionados en los alumnos investigados se pueden observar diversas circunstancias:

Los alumnos muestran una gran confianza en sus posibilidades ante el reto de la materia de física y asumen la absoluta responsabilidad de sus éxitos o fracasos en esta materia.

Manifiestan que su grado de interés, constancia en el estudio, esfuerzo y atención es muy bueno; conociendo la edad que estamos tratando podemos dudar más que de sus respuestas de su conocimiento propio.

En cuanto a la puntuación acerca del interés que les suscita la materia de física es una puntuación intermedia entre todas las materias que cursan. Los motivos positivos que dan son: la física es interesante y me servirá para el futuro; el motivo negativo más repetido es el aburrimiento que ocasiona esta materia. Lo que sí les motiva son los ejercicios y los materiales que se pueden emplear en la materia, también se juzgan con unas características propias compatibles con la asignatura. Además afirman que parte de su interés está motivado por algún familiar que ha hecho estudios de física.

Afirman que los motivos que les animan a estudiar física es el futuro profesional y sus futuros estudios en bachillerato y en la universidad, niegan que les anime entender fenómenos de la vida cotidiana o dispositivos que empleamos habitualmente.

Los alumnos responden que los ejercicios, la facilidad de la materia, la comprensión rápida de los conceptos, el éxito en los exámenes, el trabajo cooperativo, la participación en clase y el uso de recursos audiovisuales les motiva, en especial esto último. En cambio pasar desapercibido no les motiva en absoluto, tampoco las exposiciones en clase.

En cuanto al test posterior nos da una información muy positiva acerca de la investigación realizada, los alumnos de los grupos cooperativo y tic afirman que la asignatura en la que más atentos están, en la que tienen mayor interés, en la que se esfuerzan más, en resumen la que más les gusta es la física en un tanto por ciento alto que llega en alguna pregunta a superar el 50%. Además los motivos que dan son muy positivos acerca de la materia de física, más del 40% del grupo tic les ha gustado los recursos empleados, también afirman haber entendido bien los conceptos más del 50% cuando los alumnos del grupo tradicional no llegan al 25%.

Al realizar otra vez el estudio comparativo del interés que suscitan las materias del curso en los alumnos, los del grupo cooperativo y tic se sienten mucho más motivados por la materia de física de lo que estaban, también tienen mayor motivación en esta asignatura que en las demás.

Los alumnos del grupo tradicional se sienten desmotivados después de la investigación, de hecho su interés por la materia ha disminuido. Sin embargo, ha disminuido



de forma parecida en las demás materias, esto significa que estos alumnos no han captado ninguna diferencia didáctica respecto de las otras materias.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

INFORME ENCIENDE (2011) *Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas*. Madrid: Rubes.

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

SOLBES, J. (2011) ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales Alambique (Barcelona)* 67, 53-61.

## **Capítulo 7: EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE DENSIDAD, PRESIÓN, VOLUMEN, TEMPERATURA Y CALOR**

### **C O N T E N I D O:**

#### **7.1.- Resultados sobre los aspectos conceptuales**

- 7.1.1.- Las definiciones en el test final
- 7.1.2.- El concepto de calor
- 7.1.3.- Dimensiones conceptuales sobre la presión
- 7.1.4.- Densidad: definición y características

#### **7.2.- Resultados sobre los ejercicios.**

- 7.2.1.- Ejercicios sobre presión, volumen y temperatura
- 7.2.2.- Ejercicio sobre la densidad
- 7.2.3.- Ejercicios sobre el calor
- 7.2.4.- Síntesis

#### **7.3.- Análisis y resultados de los problemas.**

- 7.3.1.- Problemas sobre presión, volumen y temperatura
- 7.3.2.- Problemas sobre la densidad
- 7.3.3.- Problemas sobre el calor

#### **7.4.- Síntesis de resultados desde la media**

7.4.1.- Resultados de los problemas

7.4.2.- Evaluación de 20 cuestiones atribuyéndoles  
a todas el mismo valor

7.4.3.- Puntuación de cada contenido en un tercio

7.4.4.- Análisis desde la perspectiva de los conceptos

**7.5.- Síntesis general.**

**Bibliografía**

## **Capítulo 7: EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE DENSIDAD, PRESIÓN, VOLUMEN, TEMPERATURA Y CALOR**

El test de evaluación final de conocimientos se hizo, como hemos dicho anteriormente a la misma hora, cada clase en su aula y de forma individual. Este test se realizó atendiendo a los conceptos que se habían tratado en clase: densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Dentro del calor están los contenidos acerca del calor específico, el calor latente y las gráficas de calentamiento.

Se realizaron preguntas acerca de la teoría, ejercicios numéricos sencillos y problemas a razonar. En total fueron 20 cuestiones sobre las que se demandaba responder a los alumnos. De las cuestiones propuestas, cinco se referían al concepto de densidad; al concepto de presión, temperatura y volumen se dedicaban 6, sobre el concepto de calor se presentaron nueve preguntas. En cuanto a los tipos de preguntas: cuatro se referían a definiciones, 5 consistieron en ejercicios numéricos y 8 trataban de problemas a razonar, de los que tres tenían dos apartados. Dentro de la densidad, hay una pregunta de definición, un ejercicio numérico y tres problemas a razonar. Dentro de las preguntas acerca de los conceptos de presión, volumen y temperatura, se encuentran dos definiciones, dos ejercicios numéricos y dos problemas. En cuanto a las cuestiones sobre el concepto de calor, el contenido se distribuyó entre una pregunta sobre la definición de calor, dos ejercicios y seis problemas.

El objetivo pretendido consistía en detectar la influencia que tiene la metodología aplicada en la enseñanza en cada una de las cuestiones propuestas. Se usaron además otras variables como los diferentes tipos de inteligencia y el cociente intelectual de los alumnos. Se llevó a cabo también un test de ideas previas en el que algunas de las cuestiones propuestas se tuvieron en cuenta en la evaluación final. Este test se hizo con ayuda del libro de *“Ideas científicas en la infancia y la adolescencia”* de Driver et al. ya citado en otros capítulos. Las preguntas del test de ideas previas trataron de los mismos temas: densidad, presión, volumen, temperatura y calor; además también había definiciones, ejercicios y problemas. En este capítulo se expondrán los resultados

más destacados de la evaluación final, con referencia a veces a algunos de los resultados de las ideas previas de los alumnos. Es muy ilustrativo este test puesto que mediante las respuestas obtenidas se pueden observar las concepciones alternativas de los alumnos.

### 7.1.- Resultados sobre los aspectos conceptuales

Se integran en este apartado los aspectos concernientes a nociones previas y definiciones científicas que se manejan en la literatura científica de la física. Se presentarán los resultados correspondientes a la situación previa a la explicación y los resultados obtenidos después de la explicación. En todo caso en este apartado se abordan tan solo las cuestiones teóricas, más en concreto las definiciones correspondientes a los conceptos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor.

#### 7.1.1.-Las definiciones en el test final:

La primera cuestión teórica que se le presentó a los alumnos se expresó en los términos siguientes: *¿Cómo definirías la temperatura?* Esta pregunta no se introdujo directamente en el test de ideas previas pero sí que se cuestionó a los alumnos la relación entre calor y temperatura como veremos posteriormente. Los alumnos respondieron a esta pregunta abierta correctamente de forma mayoritaria:

**TABLA 1: ¿CÓMO DEFINIRÍAS LA TEMPERATURA?**

Tradicional	Cooperativo	Tic
91%	97%	82%

FUENTE: Elaboración propia

Las respuestas erróneas fueron que es “el calor de un cuerpo”, “estado de calor o frío”, “grado de calentamiento”, “grado de calor”, etc.. En general los errores provienen de la confusión de los conceptos de temperatura y de calor. Como es frecuente esta errónea identificación en el lenguaje coloquial, algunos de los alumnos investigados han interiorizado la confusión y les cuesta cambiar la forma de pensar en estos conceptos. Sobre esto existe abundante literatura, según Driver (1989) los niños suelen confundir el concepto de temperatura y calor hasta los 12 ó 13 años, posteriormente son capaces de utilizar dicho término y saber para qué sirve el termómetro, pero en la práctica tienen un concepto limitado del término. Como se puede ver por estos resultados, al llegar las personas a los 14 ó 15 años ya suelen discernir el significado de la temperatura.

También dice Pozo y Gómez Crespo (1998) que los alumnos encuentran dificultades para distinguir entre los conceptos de calor, contenido energético y temperatura. Parece que los alumnos toman la temperatura como la mezcla del calor y del frío de un cuerpo.

#### 7.1.2.- El concepto de calor.

La cuarta cuestión es una pregunta sobre el calor, este concepto se puede definir como magnitud física que mide la transferencia de energía entre dos cuerpos que están a diferente temperatura. Se detectó en el test de ideas previas y los resultados con anterioridad a la experiencia se consignan en la siguiente gráfica que hemos elaborado:

#### ILUSTRACIÓN 1: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL CONCEPTO DE CALOR.



FUENTE: Elaboración propia.

Como puede observarse en la gráfica precedente la tendencia más relevante de los alumnos es definir el calor como temperatura alta o grados de temperatura y en segundo término como movimiento de partículas o de moléculas. Es estimable el número de investigados que opta por la definición de calor como ausencia de frío. A este tipo de respuestas hace referencia Driver et al. (1989: 95-96), en un estudio realizado con alumnos entre 12 y 16 años que describieron el calor como la cualidad de caliente y también lo emplearon como oposición al frío. Por tanto esta investigación se convierte en otra prueba de que las concepciones alternativas acerca del concepto de

calor de los alumnos coinciden con la de estudios previamente realizados incluso hace veinte años.

En otra pregunta del test de ideas previas se presentaba lo siguiente a los alumnos: *¿Qué diferencia existe entre la temperatura y el calor?*

Las opciones de respuesta fueron las siguientes: a) *Ninguna.* b) *La temperatura es la cantidad de calor que hay en ese espacio.* c) *Otra respuesta.*

Las respuestas que dieron los alumnos fueron en un 90% la a y b, por tanto esto reafirma la concepción alternativa de que los alumnos confunden los términos de calor y temperatura. El otro 10% respondió la otra alternativa pero no explicó el por qué.

En cambio en el test final las respuestas fueron diversas y, en mi parecer, era conveniente asignar alguna puntuación a las respuestas que tenían cierta parte de verdad, por ejemplo, a los que definieron el calor como energía de un cuerpo o energía desprendida de un cuerpo. Estas definiciones sin obtener una precisión total se acercan mucho a la realidad del calor y a la transferencia de energía que se produce entre dos sistemas, de hecho ya emplean el término energía. A estas definiciones se les asignó la mitad de la puntuación, con lo que los resultados fueron los que aparecen en la tabla siguiente:

**TABLA 2: ¿QUÉ ES EL CALOR?**

<b>Tradicional</b>	<b>Cooperativo</b>	<b>Tic</b>
<b>68%</b>	81%	66%

FUENTE: Elaboración propia.

En el grupo tradicional las definiciones alternativas fueron fuerza de agitación, nivel de agitación, transformación para transformar. En el grupo tic algunos de los alumnos siguieron con sus concepciones previas definiendo el calor como la ausencia de frío, que se relaciona con la velocidad de las partículas o que es un tipo de temperatura. En el grupo cooperativo respondieron que era la temperatura de un cuerpo, el movimiento de las partículas o la cantidad de partículas en movimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos se constata que, a pesar de las explicaciones, en el grupo tradicional los alumnos volvieron a contestar con el mismo

error un 17 %, en el grupo cooperativo un 12% mantuvieron sus concepciones erróneas y en el grupo tic el 17% se mantuvieron en las ideas previas. Esto verifica los numerosos estudios acerca de las concepciones alternativas y lo mucho que les cuesta cambiar estas concepciones porque chocan con su experiencia.

### 7.1.3.- Dimensiones conceptuales sobre la presión.

Otra pregunta que se les hizo en los dos test fue acerca de la presión, que en términos generales es la magnitud física que mide la fuerza que ejercen las partículas de un objeto o de gas al chocar contra una superficie. Tanto antes de iniciarse el experimento como después la pregunta tenía una forma abierta: *¿cómo definirías la presión?* y en el test de ideas previas, *¿qué es la presión?*. Las respuestas obtenidas a esta pregunta en el test de ideas previas fueron útiles, pusieron de relieve la confusión mayoritaria de los alumnos entre los conceptos de fuerza y de presión. La presión, responden en su mayoría, que es “la fuerza sobre un objeto”, se supone que también entienden que puede existir una fuerza sobre nada, otra idea errónea y que negaría la tercera ley de Newton. Las respuestas se pudieron agrupar de la siguiente forma:

### ILUSTRACIÓN 2: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL CONCEPTO DE PRESIÓN



FUENTE: Elaboración propia



En el apartado de “otras respuestas”, 11 % del total de los alumnos investigados, se destaca la de la compresión, que es un significado proveniente de su frecuente uso en el lenguaje coloquial y por la cercanía que el término tiene en la escritura.

En cuanto al test final, las respuestas intermedias tienen ciertas razones, la presión es la fuerza que realizan las partículas al chocar contra una superficie; también es verdad que la presión, cuando se aplica la fórmula, es fuerza partido por superficie, a esta respuesta le dimos una calificación de 0,7 puntos y a la respuesta de fuerza producida por el choque de las partículas le dimos un valor de 0,3 puntos porque utiliza dos términos importantes de la definición, no obstante se olvida de uno de los componentes principales que es la superficie; también la “fuerza de la atmósfera” se le asignó el valor de 0,3.

En el test final los resultados sobre el concepto de ‘presión’ se produjeron como aparece en la tabla que sigue:

**TABLA 3: TEST FINAL: ¿QUÉ ES LA PRESIÓN?**

Tabla N° 7.1.3.: Test final: ¿Qué es la presión?			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	12%	75%	83%
Fuerza/superficie	36%	0%	7%
Fuerza de partículas o de la atmósfera	0%	12%	3%
Erróneas	52%	13%	7%
Resultado	38%	79%	88%

FUENTE: Elaboración propia.

Se aprecia que las respuestas erróneas se han mantenido en mayor proporción en el grupo tradicional, en cambio en los otros dos grupos casi han desaparecido. En el grupo tradicional la respuesta mayoritaria es identificar la presión como una fuerza sobre un objeto, es decir sólo un 15% ha cambiado de forma de pensar acerca de este

concepto después de la explicación. En el caso de los otros grupos, el cambio producido sobre el concepto de la presión es mayoritario.

Esto corrobora diversas propuestas de la enseñanza de las ciencias, hay que hacerles ver a los alumnos los conceptos, hay que hacer que lo experimenten o que lo vean. En este caso empleamos una animación de una página de internet en la que teníamos una serie de partículas que se encontraban en el interior de un recipiente cerrado y al chocar, se iba hallando la presión en ese mismo instante. De esta forma se puede ver que son el choque de las partículas las que generan la presión, sin embargo en el grupo tradicional sólo tenían la imaginación para “ver” el concepto de presión. Como se ve por los resultados las imágenes explicaron más que todas las letras que se leyeron y dijeron durante la explicación según el método tradicional.

#### **7.1.4.- Densidad: definición y características.**

La última pregunta, sobre la que se les demandó respuesta a los alumnos en el test final sobre definiciones, se refería al concepto de la densidad, en física es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. No se consideró necesario plantear una pregunta directa puesto que ésta se había realizado en el test de ideas previas con un resultado absolutamente satisfactorio, más del 75% respondieron correctamente. En consecuencia, en el test final pregunté acerca de una consecuencia que habíamos explicado: cada sustancia se caracteriza por su densidad, teniendo en cuenta este supuesto, se puede identificar una sustancia por su densidad. La cuestión se formuló de la siguiente forma: dado un valor de densidad de un material de la naturaleza, ¿podría existir algún otro material que tenga la misma densidad en la naturaleza? Razona tu respuesta.

La respuesta correcta era ‘**no**’ y la incorrecta era ‘**sí**’. En cuanto al razonamiento no era muy laborioso, consistía únicamente en manifestar que cada sustancia tiene su propia densidad y por consiguiente se pueden distinguir unas sustancias de otras por la densidad que caracteriza a cada una.

**TABLA 4. TEST FINAL: ¿HAY VARIAS SUSTANCIAS CON LA MISMA DENSIDAD?**

Test final: ¿Hay varias sustancias con la misma densidad?			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	21%	84%	89%
Erróneas	79%	16%	11%

FUENTE: Elaboración propia.

Como ya hemos mostrado en las cuestiones precedentes, los alumnos albergan a veces concepciones incorrectas sobre variados asuntos que pueden estar tan fuertemente arraigadas que llegan a anteponerse a la literalidad del libro de texto, que en este caso dice: “la densidad es una propiedad que permite diferenciar unas sustancias de otras, pues tiene un valor fijo para cada sustancia”. A pesar de la rotundidad con que se expresa y la fuerza con que se manifiesta normalmente lo que está impreso, no se lo terminan de creer. Sin embargo se puede lograr el cambio de las concepciones previas si se le presenta de alguna forma que lo puedan ver, percibir y experimentar: sea con animaciones, con un experimento en el aula, con una probeta con agua, entonces lo asimilan como verdadero y digno de credibilidad.

En cambio, el grupo tic tuvo una serie de explicaciones visuales con la ayuda de internet en las que íbamos hallando el valor de la densidad de diferentes materiales: madera, aluminio, hierro, plomo, oro, plata, alcohol, agua, aceite... de esta forma quedaba claro que cada material tenía su propia densidad.

En el grupo cooperativo, las explicaciones utilizaron la ayuda de alguna página web empleada en el grupo tic y un experimento en el que mezclábamos aceite y agua, de esta forma observan que el aceite se queda en la parte de arriba.

En consecuencia, estas ayudas de las que se sirvieron las explicaciones provocaron que los alumnos se hicieran con la idea clara de que cada material se distingue por su densidad, provocando el cambio de las concepciones de los alumnos.

Como síntesis de este apartado dedicado a la teoría, los resultados de las definiciones, presentamos a continuación un tabla en que se muestran los resultados satisfactorios, es decir, la proporción de las respuestas correctas halladas en el test final,

sabiendo que en las respuestas correctas se han incluido con cierta proporción aquellas que se acercan a la respuesta correcta y a las que se ha atribuido cierta puntuación.

**TABLA 5. RESULTADOS DE LAS RESPUESTAS A LAS DEFINICIONES EN EL TEST FINAL**

Resultados de las respuestas a las definiciones en el test final		
Tradicional	Cooperativo	Tic
54%	85%	81%

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados, en la parte puramente teórica, manifiestan con notable elocuencia el carácter significativo de la perspectiva metodológica: los grupos cooperativo y tic logran unos resultados magníficos y el tradicional un resultado discreto, que según mi experiencia de más de ocho cursos explicando física, se puede calificar como un resultado habitual en los exámenes de esta asignatura, lograr poco más del 50%. Con la experiencia de esta investigación parece legítimo afirmar que, con otros métodos, se pueden conseguir resultados mejores y en consecuencia, parece obvia la necesidad de llevar los cambios metodológicos e instalarlos en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, lo que constituye el objetivo operativo de la tesis.

Me parece personalmente que esta metodología habría que aplicarla, llevo varios años explicando física en el curso de 3º de ESO y los resultados han sido siempre muy similares al grupo tradicional. Pienso que los resultados en esta parte de teoría son extraordinariamente buenos, durante mi experiencia profesional he creído que una media de un 60% estaba bastante bien para una materia como la física, sin embargo ya se ve que podemos llegar a que los alumnos tengan un nivel de aprendizaje muy sobresaliente si nos focalizamos en facilitar el aprendizaje de los alumnos sirviéndonos de todos los medios de que disponemos hoy día.

## 7.2.- Resultados sobre los ejercicios.

En el presente apartado el análisis se centra en los ejercicios de la asignatura de física, así como las preguntas prácticas en las que sólo hace falta sustituir datos en una fórmula y despejar. Reiteramos una vez más que en esta parte se trata de procesar y

resolver cinco ejercicios: un cálculo de volumen y temperatura a presión constante, otro cálculo de presión y volumen a temperatura constante, hallar la densidad dados volumen y masa, un cálculo de calor para hallar la temperatura de equilibrio y, por último, una cuestión de respuesta múltiple que presenta a los alumnos una situación relacionada con el concepto de calor, más específicamente con el calor latente. En consecuencia, hay un ejercicio relativo a la densidad, dos ejercicios referidos a la presión, volumen y temperatura en un gas, dos ejercicios que se refieren al calor.

#### **7.2.1.- Ejercicios sobre presión, volumen y temperatura.**

En primer lugar pasamos a exponer el primero de los dos *ejercicios sobre presión, temperatura y volumen*, en el que se da la siguiente situación:

***Ejercicio 1: un balón de fútbol cuyo volumen es de  $500\text{ cm}^3$  a una temperatura de  $20^\circ\text{C}$  se introduce en la nevera y reduce su volumen a  $480\text{ cm}^3$ . Suponiendo que la presión es constante en todo el proceso, calcula la temperatura de la nevera.***

En este caso se debería aplicar la ley de Charles y Gay-Lussac que dice que en un gas a presión constante, el cociente entre volumen y ‘temperatura absoluta’ en todo momento debe permanecer constante.

La ‘temperatura absoluta’ es un aspecto importante ya que los alumnos no se acuerdan de pasar la temperatura Celsius a grados kelvin, la escala absoluta de temperatura. Ésta es una de las circunstancias por las que damos una puntuación intermedia si no se acuerdan de hacer este cambio de unidades. Los resultados de las respuestas correctas, incorrectas y aproximadas obtenidas de este primer ejercicio aparecen en la tabla que presentamos a continuación:

**TABLA 6. TEST FINAL: EJERCICIO DE VOLUMEN Y TEMPERATURA A PRESIÓN CONSTANTE**

Test final: ejercicio de volumen y temperatura a presión constante			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	15%	44%	64%
No lo pasa a grado kelvin	58%	37%	14%
Erróneas	27%	19%	22%
Resultado	32%	55%	69%

FUENTE: Elaboración propia.

No parece albergar dudas, por la misma evidencia con que se manifiestan los resultados, sobre las diferencias que se producen en relación con la perspectiva metodológica, tanto en la línea de la corrección de las respuestas como en la de olvidos y en la de respuestas erróneas.

Dentro de los alumnos que no aciertan, existe dos tercios que cometen el error del cambio de unidades, salvo en el caso del grupo tic. Parece ser que a este grupo, por haber visto imágenes en las que aparecía la fórmula y las unidades, se les ha quedado más grabado. Un motivo más a tener en cuenta en la utilización en el aula de las nuevas tecnologías.

Ahora abordamos un ejercicio que relaciona la presión y el volumen.

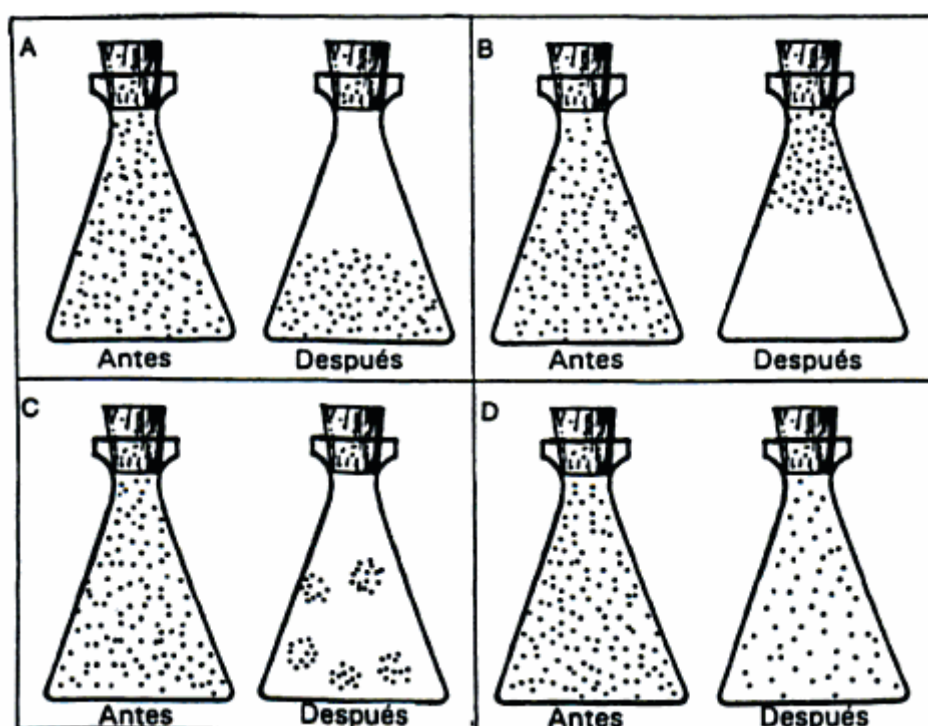
***Ejercicio 2: Una cierta cantidad de gas en el motor del coche de Fernando Alonso ocupa un volumen de 2.5 litros a una presión de 1 atm. A la hora de mover los pistones, la presión aumenta a 20 atm. ¿Cuál es el volumen final ocupado por el gas? Suponiendo todo el proceso a temperatura constante.***

En este ejercicio se ha de considerar la aplicación de la ley de Boyle-Mariotte que dice que el gas sometido a un proceso de temperatura constante, la presión y el volumen son inversamente proporcionales, de tal forma que el producto de la presión y el volumen en cualquier momento de un proceso siempre será constante.

En el test de ideas previas abordamos un problema sencillo de forma cualitativa porque no sabían ninguna fórmula pero, en realidad se trata de la misma manera. El problema era el siguiente:

*He destapado un frasco que contenía aire, ¿cuál de las opciones es la correcta?*

**ILUSTRACIÓN 3: POSIBLES RESPUESTAS ANTE UN FRASCO CON AIRE QUE SE DESTAPÓN UN TIEMPO.**



FUENTE: Elaboración propia a partir de Driver (1989)

*¿Qué hay entre las partículas del gas?*

En este caso la respuesta correcta es la d, las partículas de gas al ser menos, tienen menor presión y se pueden repartir de forma regular por todo el envase. Las respuestas a esta cuestión fueron las siguientes:

#### ILUSTRACIÓN 4: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL AIRE.



FUENTE: Elaboración propia.

Sin embargo, como se puede ver confunden que el aire es ligero con que se coloca en la parte de arriba de un envase. No tienen bien clara la noción de que el aire tiende a expandirse y a ocupar todo el espacio posible. Es una consecuencia necesaria de la ley que evaluamos en este ejercicio.

En el ejercicio propuesto del test final no es necesario hacer cambio alguno de unidades que, como hemos visto anteriormente, es un problema para los alumnos ya que van un poco apresurados al realizar un test o simplemente no se dan cuenta o no terminan de entender la causa. En este caso el error más común ha sido suponer que, en lugar de ser inversamente proporcionales son directamente proporcionales, error que impedirá asignar puntuación alguna a esas respuestas, que se han considerado erróneas. Los alumnos en la etapa de secundaria realizan muchas reglas de tres para resolver los problemas de matemáticas como porcentajes, intereses o proporciones; también en física ven que da resultado, no obstante la regla de tres inversa no suele tener un resultado tan positivo, de hecho no es tan usual el acierto en este tipo de problemas.



**TABLA 7: EJERCICIO DE PRESIÓN Y VOLUMEN A TEMPERATURA  
CONSTANTE**

Ejercicio de presión y volumen a temperatura constante			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	24%	63%	64% %
Error: proporcional	55%	24%	14%
Error de cálculo	6%	12%	21%
Resultado	24%	63%	64%

Elaboración propia.

Existe algún alumno que simplemente no lo intenta, en especial en el grupo tradicional. No es necesario recordar que en la asignatura de física existe un plus de dificultad, puesto que al establecer ejercicios numéricos al alumno se le están evaluando dos materias: las matemáticas y la física. Si nos ceñimos a este caso, alrededor del 12% se equivocan en el cálculo, en las matemáticas, teniendo lo que se pide en física correcto. En los ejercicios y en los problemas también influye la riqueza o pobreza del léxico de que dispone el alumno. Un ejemplo a tener en cuenta se produce en este caso en que parece probable una cierta confusión sobre el correcto significado del adverbio inversamente.

Desde el punto de vista metodológico las diferencias son muy significativas: en el grupo tradicional los alumnos consideran que la presión y el volumen del gas son proporcionales, sin embargo en los otros grupos está en torno al 20%. En cuanto a la resolución correcta, los alumnos del grupo tradicional no pasan del 25% y los otros grupos están casi en dos tercios porque han captado que estas magnitudes son inversamente proporcionales.

#### 7.2.2.- Ejercicio sobre la densidad.

*Ejercicio: Introduzco unas llaves en una probeta con agua haciendo subir el nivel de agua desde  $40\text{cm}^3$  hasta  $60\text{cm}^3$ . Si la masa es de 10g, ¿cuál será la densidad?*

Se trata de seguir el proceso que se ha visto en las tres clases de cómo medir la densidad de un objeto no geométrico. Primero se mide el volumen midiendo cuánto sube el nivel de agua en una probeta y después se mide la masa en una balanza.

En este caso la solución es como sigue:

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow d = \frac{10}{20} = 0,5 \frac{g}{cm^3}$$

Este es un cálculo sencillo pero se pueden equivocar por no fijarse y no prestar atención u otras circunstancias. Los resultados que obtuvieron al realizar este ejercicio son:

**TABLA 8: TEST FINAL: EJERCICIO DE DENSIDAD**

Test final: ejercicio de densidad			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	42%	78%	71%
Error al medir el volumen	39%	13%	3%
Error de fórmula	0%	7%	7%
Resultado	42%	78%	71%

FUENTE: Elaboración propia.

En este ejercicio no se ha otorgado puntuación intermedia entre correcto y erróneo: medir el volumen consiste en ver cuánto ha subido el nivel de agua que son 20cm<sup>3</sup>, sin embargo muchos alumnos hacen el cálculo suponiendo que son 60cm<sup>3</sup> porque se trata de ver hasta qué nivel sube el agua. En cuanto a los otros errores, el grupo tradicional cumple bien con lo que deben realizar, memorizar las fórmulas para ponerlas en el examen, ahí no se equivocan. En cuanto a los errores por razón de la fórmula surgen de aplicarla al revés, volumen/masa. Otros errores consisten en hacer el cálculo de la densidad suponiendo que la masa son 15g cuando el enunciado pone 10g. Existe otro error también frecuente, en torno a un 6% de alumnos que realizan una regla de tres directa, este es un concepto que ellos emplean en matemáticas con gran asiduidad y que en física están empezando a descubrir que también se puede aplicar, tal es el caso del volumen y la temperatura en un gas que hemos visto con anterioridad. Por

tanto, el alumno establece una relación directa entre que el enunciado tiene tres datos y pide uno, asemejándose en este aspecto material con la regla de tres que se aplica para estos casos.

De aquí creo que es un poco prematuro pero se puede sacar una reflexión, el grupo tradicional es muy bueno en recordar fórmulas ya que esta metodología enfoca gran parte de la atención de los alumnos en la memorización de la fórmula, sin embargo se queda ahí, la aplicación real no la trata. En cambio las otras metodologías funcionan un poco peor en cuanto a la memorización de las fórmulas pero de forma correcta en la aplicación de los conceptos a la realidad.

Aquí si se me permite haré una divergencia en cuanto a cuál es el objetivo de la enseñanza de la física, que el alumno aprenda fórmulas o que sepa resolver problemas de la vida real, que nos quedemos en un marco teórico en la explicación o que tratemos situaciones prácticas. Tal vez sea mejor hacer unas preguntas al principio de los exámenes acerca de las fórmulas pero después con los apuntes intentar resolver problemas razonando de una forma científica.

### **7.2.3.- Ejercicios con el calor.**

En este epígrafe se van a exponer y tratar de solucionar los dos ejercicios de calor, uno se basa en el concepto del calor latente y otro en la definición de calor como transferencia de energía del cuerpo que está a una temperatura más elevada al que se encuentra a una temperatura más baja.

En el test de ideas previas se hicieron varias preguntas acerca de la temperatura, el calor, el calor latente y la temperatura de ebullición. Ahora vamos a centrarnos en tratar la pregunta acerca de la temperatura de ebullición.

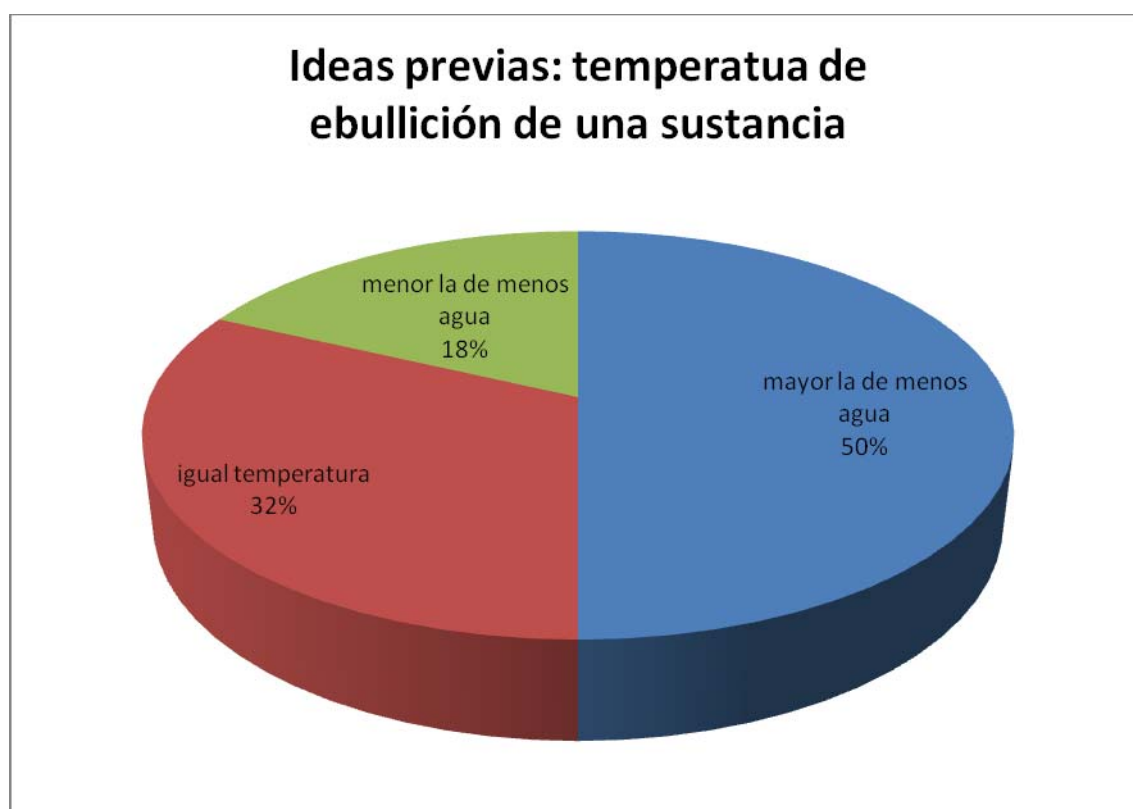
*Tengo dos recipientes, dos mecheros iguales y dos termómetros. Un recipiente tiene menos agua que otro. Cuando hierve el agua en los dos recipientes, la temperatura que marcarán los termómetros será:*

- a) Mayor la de menos agua.*
- b) Igual.*
- c) Menor la de menos agua.*
- d) No sé.*

La respuesta es la opción b, sin embargo los alumnos relacionan la temperatura de ebullición con la cantidad de agua que tiene el recipiente, consideran que la cantidad de agua se va a calentar más rápidamente y, en consecuencia va a ebullicir a una temperatura mayor.

Los resultados fueron los siguientes:

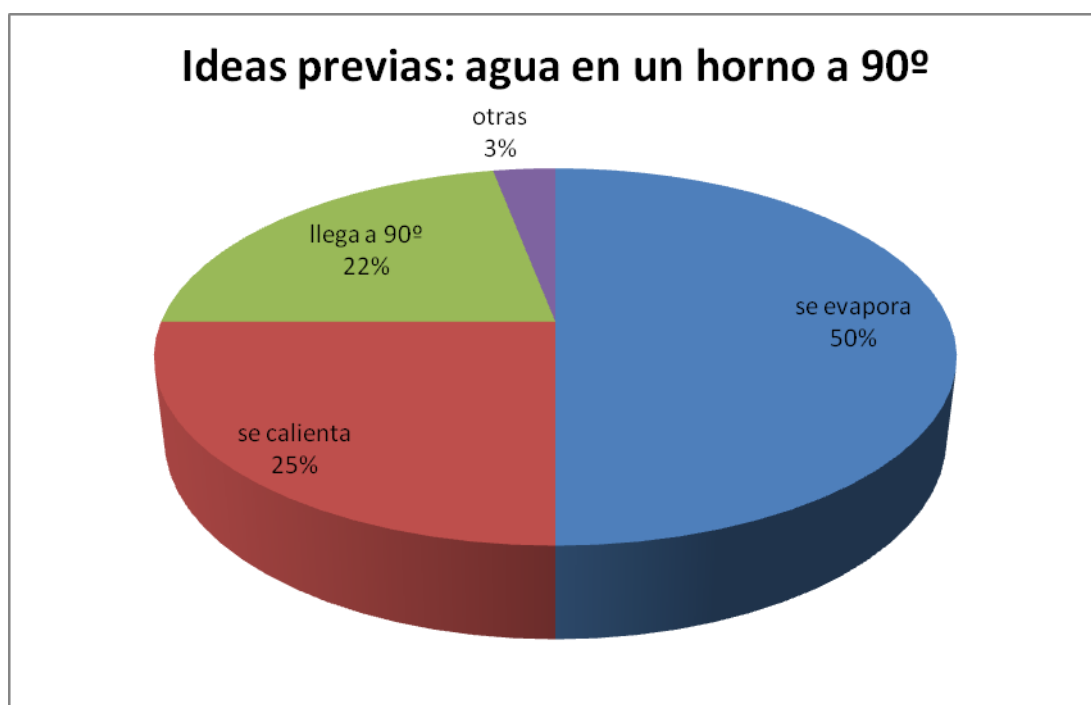
#### **ILUSTRACIÓN 5: IDEAS PREVIAS ACERCA DE LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN**



FUENTE: Elaboración propia.

En el test de ideas previas se preguntó acerca de qué le pasaría al agua que está a 50° si la coloco en un horno que está 90°. Las respuestas fueron:

## ILUSTRACIÓN 6. RESPUESTAS PREVIAS A LA EXPLICACIÓN ANTE UNA CUESTIÓN REFERIDA AL CALOR.



FUENTE: Elaboración propia.

Los alumnos curiosamente manifiestan que si el horno está a 90° el agua va a subir hasta 100° y se va a evaporar, por tanto la idea de calor y de que la temperatura lógicamente no puede subir más de 90° porque el horno está a esa temperatura no está en la mente de los alumnos. Creen que, como el agua hierve con facilidad, un horno evaporará todo aunque esté a una temperatura inferior de la de ebullición.

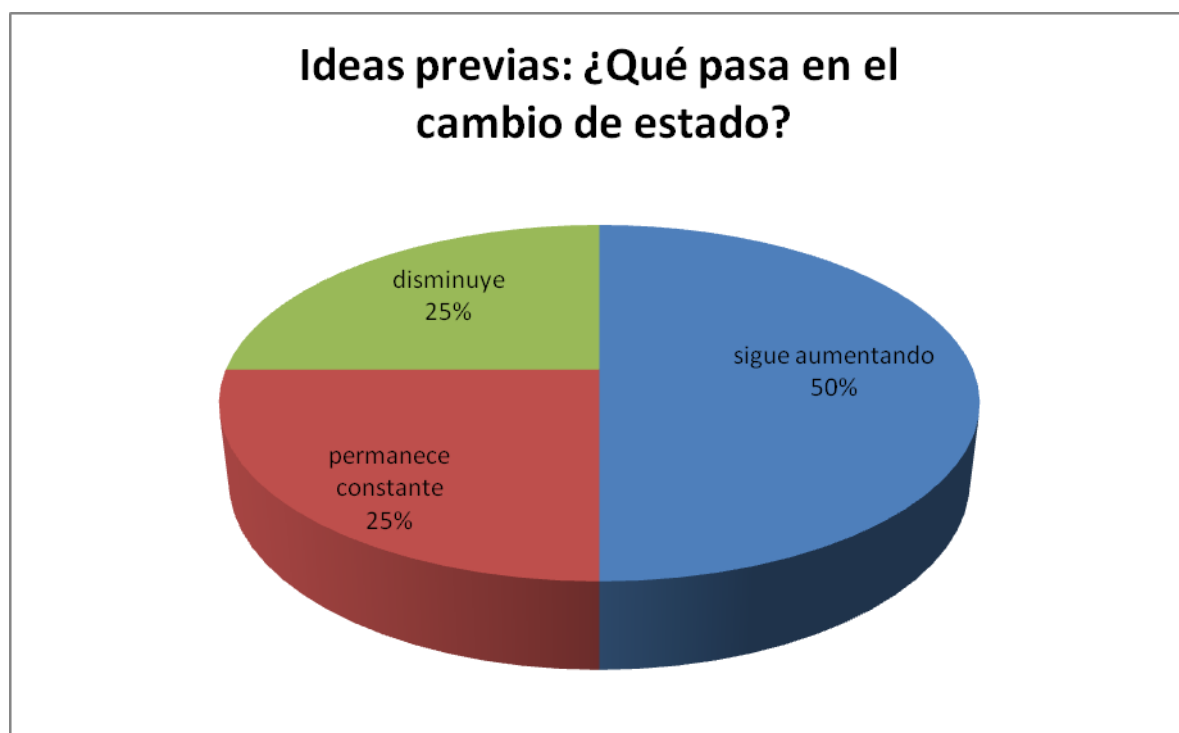
Esta es una de las ideas que en el apartado siguiente quiero medir si se ha eliminado, es decir que los alumnos al tener dos sustancias a diferentes temperaturas no logren una temperatura final mayor que las dos temperaturas iniciales.

Otra pregunta del test de ideas previas que se acerca al problema del test final que vamos a tratar se formuló en los siguientes términos: *Si yo estoy calentando hielo que estaba a -10°C, ¿qué le pasa a la temperatura cuando se empieza a fundir el hielo, esto es, en el cambio de estado?*

- a) *Sigue aumentando.*
- b) *Permanece constante.*
- c) *Disminuye.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

En este caso las respuestas fueron las siguientes:

#### ILUSTRACIÓN 7: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL CAMBIO DE ESTADO.



FUENTE: Elaboración propia.

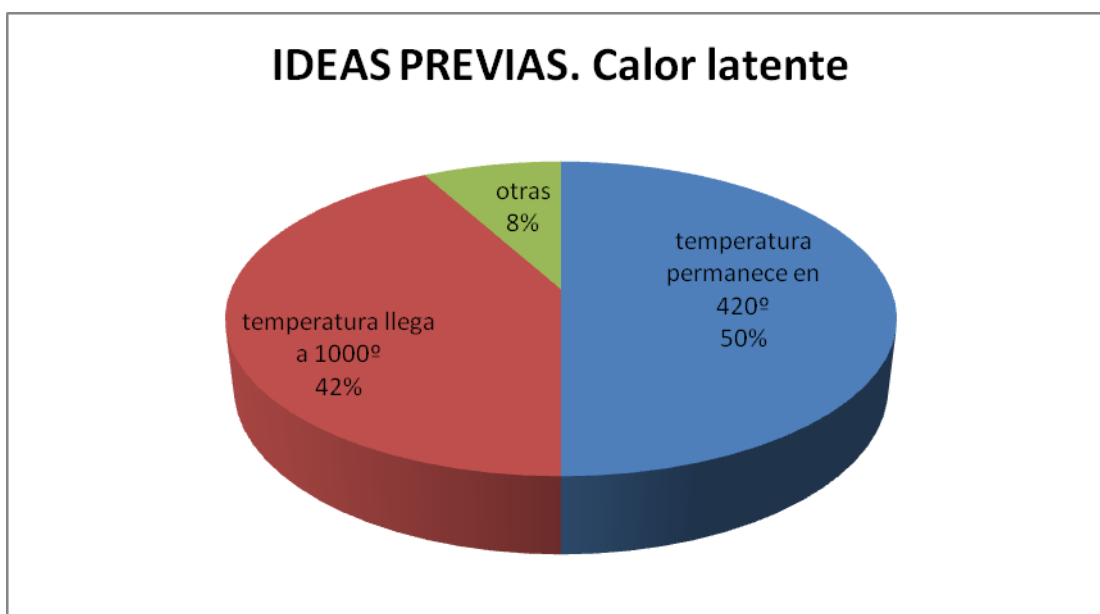
Como se puede observar por estos problemas pasados antes de la investigación el concepto de cambio de estado no está demasiado claro, en especial la consecuencia de que la temperatura se estabiliza para invertir todo el calor recibido en cambiar de estado.

*El primer ejercicio sobre el calor está tomado del libro de Driver et al. (1989): un material se mete en un horno que está a 1000° C y las temperaturas que marca el termómetro que está en contacto con el material son: 20°, 30°, 70°, 200°, 360°, 420°, 420°, 420°... Las opciones de respuesta que se le presentaron son las que siguen:*

- a) La temperatura del material permanecerá en  $420^{\circ}$ .
- b) La temperatura del material llegará a  $1000^{\circ}$ .
- c) No sé.

Este ejercicio se presentó a los alumnos en el test de ideas previas y las respuestas se produjeron como se refleja en el gráfico siguiente:

**ILUSTRACIÓN 8: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL CALOR LATENTE.**



FUENTE: Elaboración propia.

Además se les preguntó el por qué dieron tal respuesta. Esta cuestión no se repitió en el caso del test final. Las respuestas obtenidas en el test previo fueron:

### ILUSTRACIÓN 9: JUSTIFICACIONES DE LOS ALUMNOS A LA RESPUESTA ACERCA DEL CALOR LATENTE.



FUENTE: Elaboración propia

Entre estas dos preguntas se puede observar que el fenómeno del cambio de estado de un cuerpo no es algo natural para ellos, lo que sucede en este caso es que el material está sufriendo un cambio de estado, ya sea de fusión o de vaporización, entonces la temperatura permanece estable hasta que se haya producido el cambio, posteriormente seguirá aumentando la temperatura hasta que llegue a  $1000^{\circ}\text{C}$ . En consecuencia, los alumnos consideran que si se está calentando algo tiene que subir la temperatura hasta que una sustancia ya no puede más (Driver et al., 1989), el concepto de cambio de estado y su consecuencia de que no varía la temperatura durante el cambio es tan contrario a las experiencias de la vida cotidiana del alumno que, si no lo ve no puede dar su asentimiento a este fenómeno.

El resultado en el test final de esta pregunta fue el que se ofrece en la tabla siguiente:



**TABLA 9: EJERCICIO DE CAMBIO DE ESTADO RELATIVO AL CONCEPTO DE CALOR**

Ejercicio de cambio de estado relativo al concepto de calor			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	15%	81%	71%
Permanecerá en 420°C	85%	19%	29%
No sé	0%	0%	0%
Resultado	15%	81%	71%

FUENTE: Elaboración propia.

Existe una concepción que todos tenemos que consisten en que si está pasando algo –calentando una sustancia- lo normal es que siga sin haber ningún cambio, esto es en lo que se basa el grupo tradicional. En el caso de los otros grupos lo tienen mayoritariamente clara la solución.

De hecho si comparamos los resultados del test de ideas previas con el resultado posterior se puede ver asombrosamente que la concepción del calor latente se capta bien en los grupos cooperativo y tic, no obstante en el grupo tradicional se ha tratado de tal forma que los alumnos no les ha quedado nada claro, tienen una idea vaga de que se mantiene constante la temperatura en el cambio de estado, tienen una idea confusa en cuanto a que la sustancia al cambiar de estado vuelve a aumentar su temperatura.

Driver et al. (1989) propone también este problema y hace el estudio con personas de 10 a 13 años, más pequeños que los de esta investigación. Los resultados a los que llegan es que el 70% acierta la opción correcta y el 17% la opción errónea, el resto no contesta o responde que no lo sabe. Esto muestra que los alumnos no establecen de forma espontánea la relación entre estabilidad de la temperatura y cambio de estado, ellos establecen que existe una estabilidad de la temperatura porque la sustancia no se puede calentar más. Esta concepción perdura en los alumnos del método tradicional porque no han experimentado ni lo han visto. En cambio los otros grupos tuvieron una breve experiencia y elementos audiovisuales en los que observaron cómo las partículas de las sustancias vibran al ser calentadas cada vez más fuertemente, al

llegar al cambio de estado dichas partículas aprovechan la energía para ir rompiendo la estructura de ese estado hasta que cambian de estado y vuelve a aumentar la temperatura. Esta es la explicación que se puede dar con la teoría cinética, concepto que se trató en todos los grupos.

*El segundo ejercicio referido al calor* es un clásico ejemplo de calor cedido igual a calor absorbido:

**Mezcla dos sustancias: 10g de café cuyo calor específico es  $10 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$  a una temperatura de  $50^\circ C$  con 20g de leche cuyo calor específico es  $20 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$  a una temperatura de  $30^\circ C$ . ¿Cuál será la temperatura de equilibrio?**

Este ejercicio tiene una fórmula que consiste en resolver una ecuación sencilla de primer grado, muy al alcance de los alumnos de 3º ESO que resuelven normalmente sistemas de ecuaciones y ecuaciones de segundo grado, esto es, ejercicios de matemáticas de mayor dificultad que este ejercicio.

En este caso se trabajó para que conocieran como mínimo, antes de realizar el ejercicio, que la temperatura de equilibrio estaría entre  $30^\circ C$  y  $50^\circ C$ . Sin embargo, el resultado no fue tan satisfactorio como cabía esperar. Queda recogido en la tabla siguiente:

**TABLA 10. TEST FINAL: EJERCICIO DE CALOR CEDIDO Y CALOR ABSORBIDO**

Test final: ejercicio de calor cedido y calor absorbido			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	46%	56%	46%
Error de cálculo	9%	13%	36%
Otros errores o en blanco	45%	31%	18%
Resultado	48%	60%	56%

FUENTE: Elaboración propia.

El resultado tiene en cuenta que los errores en el cálculo los puntuamos con 0,3. Es de destacar que en el grupo cooperativo hubo un 10% de errores en la fórmula, en cambio, en el grupo tic y el tradicional sólo se produjo un 3% de error. Destaca además que, en torno a un 10% del grupo tic y del cooperativo, respondieron que el resultado estaría entre  $30^\circ$  y  $50^\circ$  ó que sería  $40^\circ$ , esto es una respuesta en la que han tenido que reflexionar un poco. Sin embargo en el grupo tradicional no hubo alumnos que hayan contestado esto sin hacer el ejercicio: los que sabían la fórmula, la aplicaron y los que la ignoraban no hicieron nada.

También se puede observar que el grupo tic tiene un mayor porcentaje de errores en el cálculo, este dato coincide con el ejercicio de presión y volumen a temperatura constante (tabla 7.2.1.b). Lo que quiero hacer notar es que el grupo tic es un poco inferior en el dominio de una de las herramientas fundamentales de la física, las matemáticas. Esto se convierte en un dato que da mayor valor a los resultados del grupo tic.

**7.2.4.- Síntesis.** Hemos ya analizado todos los ejercicios y las respuestas del test de ideas previas y del test que se aplicó una vez que se concluyeron las clases explicativas de la correspondiente materia y que denominamos test final. Superada esta fase de la investigación, nuestra reflexión constata que las concepciones previas de los alumnos están muy arraigadas en sus mentes y son importantes para ellos. Por consiguiente, si queremos que sus mentes se abran a las conclusiones científicas demostradas se ha de mostrarles con total evidencia que se equivocan, si no se les demuestra con total claridad ellos seguirán creyendo lo mismo porque es su experiencia.

Si se hace la media de los resultados de los cinco ejercicios, los datos serían los siguientes:

**TABLA 11. RESULTADOS DE LAS RESPUESTAS A LOS EJERCICIOS EN EL TEST FINAL**

Resultados de las respuestas a los ejercicios en el test final		
Tradicional	Cooperativo	Tic
32%	67%	66%

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla precedente se puede observar que el grupo tradicional se queda en un resultado muy pobre porque el profesor no les ha ilustrado la ciencia, no se la ha hecho ver, no les ha mostrado qué es un cambio de estado, cómo se mide la densidad con ayuda de una balanza y una probeta, cómo varían la presión, el volumen y la temperatura en un gas. Estimo que estas carencias metodológicas provocan una diferencia tan manifiesta. Los resultados de estas preguntas en el caso de los otros dos grupos son más bajos que en el caso de las definiciones ya que aquí influye el manejo de las matemáticas que tengan, de hecho el error matemático en el grupo cooperativo es del 13% y el del grupo tic está en torno al 28%. Parece que también podemos llegar a la conclusión de que el grupo cooperativo tiene un mejor manejo del cálculo que el grupo tic.

### 7.3.- Análisis y resultados de los problemas.

Ahora nos vamos a centrar en los problemas. Como ya dijimos en la introducción, se presentaron para su resolución 10 problemas, de los cuales 2 se refieren a la densidad, 2 a la presión, volumen y temperatura de un gas y 6 al concepto de calor. Algunos de estos problemas son muy sencillos y otros se refieren a situaciones un poco sorprendentes para la experiencia del alumno, en estos problemas se producirán las diferencias más significativas entre los grupos. La mayoría de los problemas presentados para la evaluación final exigen atención pero están al alcance de la comprensión de los estudiantes de tercer curso de la ESO.

**7.3.1.- Problemas sobre presión, volumen y temperatura** . Como en el apartado correspondiente a los ejercicios, se comienza por los problemas referidos a la presión, volumen y temperatura de un gas. El primer problema consiste en preguntar

acerca de la variación de la temperatura de ebullición del agua o de cualquier material al variar la presión.

***Problema 1: He llevado agua en una cantimplora para ir de excursión, he subido desde una altura de 500m sobre el nivel del mar hasta los 6000m siendo constante la temperatura ambiente. Cuando voy a beber a la altura de los 6000m el agua está burbujeando, ¿por qué?***

En este problema hay que conocer una cuestión que se ha estudiado en clase y por la que han preguntado muchos alumnos: cómo varía la presión con la altura, a mayor altura sabemos que hay menor presión porque el aire que tenemos encima es menor, por tanto tenemos menos masa encima de nosotros y esto provoca que se sufra una fuerza menor en cuanto ascendamos de altura. Sin embargo, muchos alumnos albergan la idea vulgar, por ellos conocida, de que estar a una altura muy grande sobre el nivel del mar es peligroso. Desde este supuesto han concluido identificando el peligro con el aumento de la presión. En este razonamiento no aplican ningún concepto científico sino una cierta experiencia de comentarios cercanos que escuchan y de noticias en los medios de comunicación.

Los resultados finales son los que aparecen en la tabla siguiente:

**TABLA 12 PROBLEMA DE PRESIÓN Y TEMPERATURA**

Problema de presión y temperatura			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	3%	9%	3%
Menor presión	3%	66%	6%
Por la presión	18%	6%	6%
Aumenta la presión	45%	3%	50%
Otras	31%	16%	35%
Resultado	8%	33%	9%

FUENTE: Elaboración propia.

Por responder “menor presión” o “por la presión” les puntué 0,3. El resto totalmente erróneas. En este caso se aprecia que la curiosidad de los alumnos del grupo cooperativo que preguntaron varias veces acerca de la variación de la presión con la altura hizo que lo asimilaran. En cambio, en el grupo tic y en el tradicional también preguntaron por este fenómeno, aunque sólo en una ocasión y no llegaron a comprender el fenómeno. Está claro que el problema entraña una gran dificultad, lo que permite también un análisis más minucioso sobre los alumnos que han obtenido mayor puntuación, relacionando el resultado con su nivel de inteligencia. Los resultados son muy similares en cualquier tipo de problemas que presenten notables o grandes dificultades.

En este caso los alumnos del grupo cooperativo llegan a establecer un buen razonamiento que, si hubieran tenido claro el punto de partida, les hubiera proporcionado un mayor rendimiento en la puntuación obtenida. Ellos dicen que a “más presión conlleva más temperatura” y de esta forma burbujea el agua. Otros, en cambio, empleando mejor el razonamiento llegan a una conclusión errónea “disminuye la presión y entonces disminuye la temperatura hasta congelarse el agua”, es verdad que si disminuye la presión disminuye la temperatura, pero es la temperatura de ebullición la que disminuye, lo que queremos decir es que a menor presión el agua está menos compacta, por tanto una pequeña cantidad de energía, un aumento pequeño de temperatura puede provocar la ebullición del agua, esto es lo que quiere decir que a menor presión menor es la temperatura de ebullición del agua. Otro manifiesta que hay “menos oxígeno” por eso burbujea.

El otro problema referido a estos conceptos es el que sigue:

***Problema 2: ¿Por qué si tapo el orificio de una jeringuilla con un dedo e impulso el émbolo, llega un momento en el que no puedo apretar más el émbolo y siento una fuerza en el dedo que está tapando el orificio?***

El problema propuesto refleja un fenómeno cotidiano y no ha de resultarles tan extraño como el anterior problema. En este caso lo que sucede es que al no poder apretar más porque he realizado una presión sobre el émbolo de la jeringuilla que es igual a la presión que está realizando el aire sobre el émbolo e igual a la presión que está haciendo el dedo que tapa el orificio de salida. Se han igualado presiones. Las partículas

de gas están ejerciendo una presión igual sobre los dos dedos, el del émbolo y el del orificio, por eso siento una fuerza sobre el dedo.

Las puntuaciones al problema fueron como sigue: a) la respuesta que dice la presión iguala la fuerza ejercida en el émbolo les dimos 0,7 puntos; b) si decían que era por la presión les dimos 0,5 puntos; c) si la respuesta es que la presión está a tope o no se puede comprimir más sería 0,3 puntos. Puntuando de esta manera en el test final, los resultados son los consignados en la tabla siguiente:

**TABLA 13: TEST FINAL: PROBLEMA DE PRESIÓN**

Test final: problema de presión			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	6%	6%	0%
Presión=tu fuerza	6%	6%	4%
Por la presión	30%	28%	71%
Presión a tope o no se puede comprimir más	27%	34%	18%
Otras	30%	25%	7%
Resultado	34%	35%	44%

FUENTE: Elaboración propia.

En estos casos, cuando la pregunta es difícil porque los alumnos siguen empleando el término fuerza en lugar de presión, los resultados se igualan. Ante este tipo de cuestiones difíciles parece que sólo los alumnos con mejores dotes intelectuales son los que aciertan con la respuesta correcta. En la rúbrica “otras” se agrupan las respuestas erróneas y constituye una polarización de frecuencias más alta en el grupo tradicional.

De la experiencia de los dos precedentes problemas parece que puede inferirse que se tiende a una cierta nivelación de los resultados en cuanto no se pregunta exclusivamente lo explicado, sino que se insiste en que razonen a partir de lo estudiado en clase e incluso se realicen unos razonamientos elaborados. Al corregir esta cuestión en clase, se produjeron los típicos comentarios “es que no la explicó en clase”, lo que

me lleva a asumir la necesidad de trabajar mucho más estos asuntos para alcanzar niveles adecuados de desarrollo de la capacidad de razonar.

**7.3.2.- Problemas sobre la densidad.** La cuestión presentada tenía la misma formulación en el test realizado al final de las explicaciones que en el test de ideas previas y también es un problema muy similar al famoso experimento de Arquímedes con la corona de oro del rey. En el presente apartado se presentaron a los alumnos dos problemas sobre la densidad.

***Problema 1:** Has dado 100g de plata a una persona para que te haga una pulsera, ¿cómo podrías saber si ha empleado o no los 100g de plata en la pulsera, con los conocimientos que hemos estudiado en clase?*

Este es un problema más sencillo que los anteriores sobre gases. En este caso es preciso medir la masa y el volumen para obtener la densidad. Si la densidad es la misma que la de la plata entregada, habrá empleado toda la plata siempre que la masa sea 100g.

Las respuestas en este caso han sido especialmente típicas de adolescentes, dando por sabido muchos aspectos del problema, no respondiendo de forma completa sino ‘ya se sabe’, ‘se sobreentiende’ y demás respuestas semejantes que suelen dar al preguntarles el por qué no han respondido de una forma más completa.

El resultado obtenido en las pruebas del test final fue el que aparece en la tabla que sigue:

**TABLA 14: RESPUESTA AL PROBLEMA DE DENSIDAD**

Respuesta al problema de densidad			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	36%	28%	21%
Comprobando volumen y densidad	3%	3%	18%
Calentar hasta punto de fusión	0%	9%	0%



Otras	61%	59%	61%
Resultado	38%	33%	30%

FUENTE: Elaboración propia.

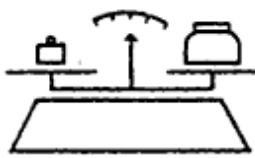
Este es el primer problema en el que el grupo de alumnos integrados en el método tradicional obtiene mejor puntuación que los otros, de hecho es el grupo en el que más alumnos dieron con la respuesta correcta.

En cuanto al otro problema de la densidad, ya se preguntó en el test de ideas previas y se corrigió en clase. El problema consiste en lo siguiente:

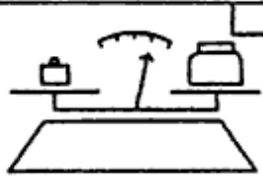
**Problema 2: Aclaración previa: la pesa es la situada a la izquierda en los dibujos y el frasco de aire es el de la derecha.**

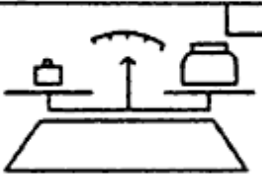
#### ILUSTRACIÓN 10: PROBLEMA ACERCA DEL PESO DEL AIRE.

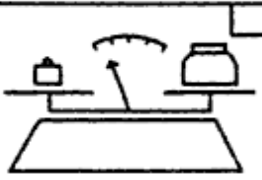
Nicole lleva al jardín la balanza y un frasco CERRADO, lleno únicamente de aire. Pone el frasco en la balanza, cuya aguja se mueve incluso con el movimiento de muy pequeñas masas. Observa la posición de la aguja:



Nicole deja su equipo al sol durante varias horas y vuelve a observar la posición de la aguja.  
Escoge el dibujo que muestre la posición de la aguja en ese momento.







NO LO  
SÉ

Explica tu respuesta.

FUENTE: Elaboración propia a partir de Driver et al. (1989).

Este problema está tomado del libro de Driver et al. (1989) antes citado. Se plantea una situación en la que hay que escoger entre las cuatro opciones del dibujo precedente y luego explicar la respuesta.

La respuesta correcta es la 'b' ya que por mucho que se caliente el aire que está en el interior de un frasco las partículas no variarán en número y, por tanto no se modificará la masa de aire contenido en el recipiente, que se parte del supuesto de que estaba cerrado. Es verdad que cuando se calienta el aire varía su densidad pero si tengo un volumen y una masa de aire en un frasco está claro que no variará nada en absoluto.

La respuesta verdadera choca frontalmente con la experiencia del alumno, el aire caliente pesa menos pero en este caso, como no está variando la cantidad de aire, no puede pesar menos. El aire caliente pesa menos porque se expande más, ocupa más volumen la misma cantidad de aire y eso significa que tiene una densidad menor.

Los resultados de las respuestas al identificar el dibujo que muestra la posición de la aguja en ese momento son las siguientes:

**TABLA 15: TEST FINAL: SEGUNDO PROBLEMA DE DENSIDAD  
(APARTADO 1)**

Test final: segundo problema de densidad (apartado 1)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
<b>Correcta (B)</b>	15%	56%	29%
<b>A</b>	30%	16%	32%
<b>C</b>	55%	25%	39%
<b>D</b>	0%	3%	0%
<b>Resultado</b>	15%	56%	29%

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados son bastante curiosos porque aunque se ha explicado este mismo problema, se ha dado la respuesta correcta, se ha incidido en esto, el alumno piensa de una forma y vuelve a dar la misma respuesta. Los resultados en las ideas previas fueron:

**TABLA 16: IDEAS PREVIAS: IGUAL QUE EL SEGUNDO PROBLEMA DE DENSIDAD (APARTADO 1)**

IDEAS PREVIAS: igual que el segundo problema de densidad (apartado 1)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta (B)	10%	10%	11%
A	40%	10%	21%
C	50%	70%	47%
D	0%	10%	14%
Resultado	10%	10%	11%

FUENTE: Elaboración propia.

Después de la experiencia, explicación y estudio, los alumnos de los grupos cooperativo y tic mejoran sustancialmente, sin embargo los del grupo tradicional responden ahora mayoritariamente que el aire caliente pesa menos, prácticamente lo mismo que respondieron en el test de ideas previas. Sin embargo, en los otros dos grupos sigue habiendo un grupo considerable que se decanta por la opción preconcebida antes de la explicación.

Según Driver et al. (1989) antes de la enseñanza, dos tercios de los niños dieron la respuesta correcta, emplean la idea de nada entra y nada sale. Los niños que han estudiado las variaciones de temperatura del aire consideran otros factores, menos de la mitad acertaron la respuesta correcta. La explicación que ofrecen es que el aire caliente es más ligero que el aire frío, hay más aire porque el aire se expande, etc.

En cuanto a la demandada explicación de la elección hecha, en el test final responden correctamente en casi todos los casos de respuesta acertada, en los que se equivocaron responden que el aire caliente pesa menos.

**TABLA 17: TEST FINAL: SEGUNDO PROBLEMA DE DENSIDAD (APARTADO 2)**

Test final: segundo problema de densidad (apartado 2)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
No varía su masa	15%	56%	29%

<b>El aire caliente pesa menos</b>	34%	15%	25%
<b>Sube la temperatura sube la presión</b>	0%	0%	0%
<b>Sube la temperatura sube el volumen</b>	21%	10%	32%
<b>Otras</b>	30%	19%	14%
<b>Resultado</b>	15%	56%	29%

FUENTE: Elaboración propia.

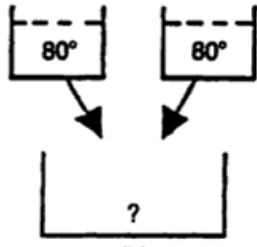
En el apartado “otras” hay respuestas como “la pesa pesará más al calentarse” o “el metal absorbe calor que son gramos”, es decir, siguen pensando que el calor es una sustancia que pesa. En este sentido se confirman los datos que Driver et al.(1989) recogieron en sus experiencias y dejaron consignadas en la obra.

Algunos alumnos también manifiestan que la masa depende de la temperatura a la que esté la sustancia, sin pararse a pensar que se mantiene el mismo número de partículas y, por tanto, la misma masa. Saben que a mayor temperatura la densidad del aire se hace menor porque las partículas ocupan un volumen mayor, sin embargo piensan que la masa también disminuye.

**7.3.3.- Problemas sobre el calor.** Ahora trataremos el tema más amplio que es el concepto de calor ya que éste conlleva varios conceptos como el calor latente, las gráficas de calentamiento, las transferencias de energía, etc.. Por ello se presentaron a las pruebas 4 problemas que comprenden seis cuestiones. En consecuencia se puede decir que se presentaron seis problemas.

El siguiente problema tiene dos apartados bien diferenciados: la primera cuestión se refiere a una situación sencilla que ya se presentó en el test de ideas previas. Esta es:

**Problema 1:** Si hay agua en los dos recipientes, tienen la misma masa y tenemos la situación del dibujo, ¿qué pasará al mezclarlos? (Cuestión primera)

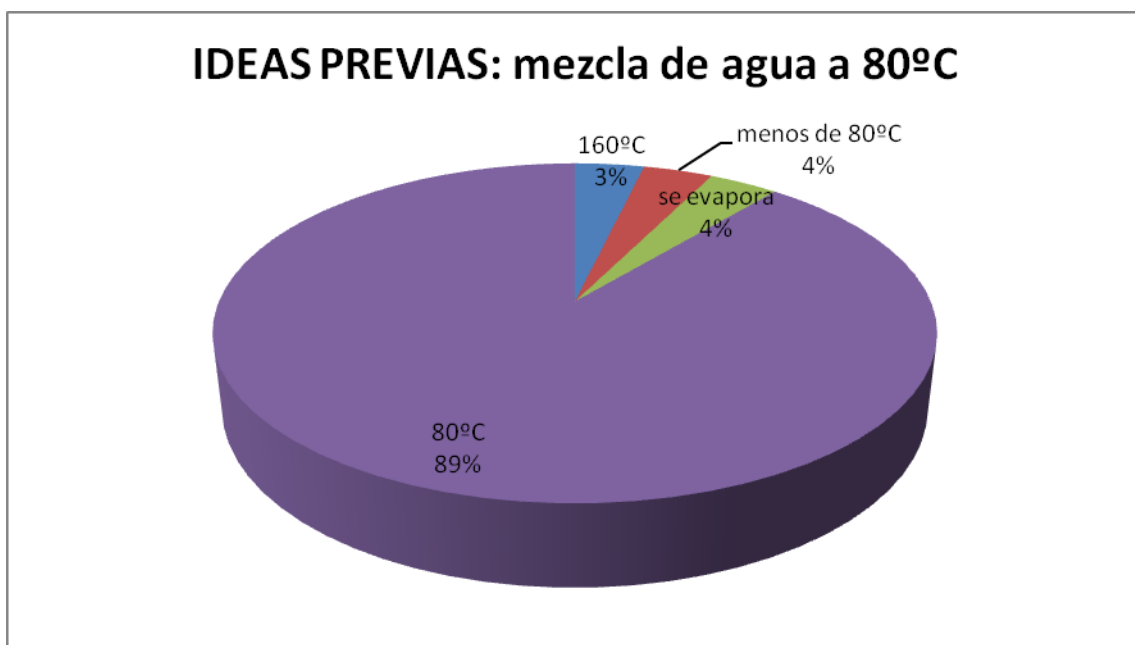


¿Y si en un recipiente hubiera agua y en otro aceite? (Cuestión segunda)

En el primer caso mezclo el contenido de dos recipientes con la misma cantidad de agua a la misma temperatura de 80°, lógicamente la mezcla efectuada quedará a 80° de temperatura. Si fuera con aceite, es obvio que también la mezcla quedaría a 80°.

En el test de ideas previas se recogieron estos resultados:

### ILUSTRACIÓN 11: IDEAS PREVIAS ACERCA DEL CAMBIO DE TEMPERATURA ANTE UNA MEZCLA.



FUENTE: Elaboración propia.

Al realizar el test final las respuestas fueron:

**TABLA 18: TEST FINAL: PRIMER PROBLEMA DE CALOR (APARTADO 1)**

Test final: primer problema de calor (apartado 1)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
<b>Correcta: 80°C</b>	85%	81%	86%
<b>160°C</b>	6%	7%	4%
<b>Más de 80°C</b>	3%	0%	4%
<b>Otras</b>	6%	12%	6%
<b>Resultado</b>	85%	81%	86%

FUENTE: Elaboración propia.

El resultado de ser un 89% ha pasado a ser un poco peor, es verdad que cuando se tiene una respuesta que la va a responder correctamente la inmensa mayoría, un alumno dubitativo hace que el resultado sea peor. En líneas generales se podría decir que es igual.

En la segunda cuestión de este problema, se pregunta qué pasaría si uno de los dos recipientes tuviera aceite en lugar de agua, siguiendo intactas todas las demás características.

**TABLA 19: TEST FINAL: PRIMER PROBLEMA DE CALOR (APARTADO 2)**

Test final: primer problema de calor (apartado 2)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
<b>Correcta: 80°C</b>	79%	75%	61%
<b>160°C</b>	6%	7%	4%
<b>Menos de 80°C</b>	0%	0%	10%
<b>Otras</b>	15%	18%	25%
<b>Resultado</b>	79%	75%	61%

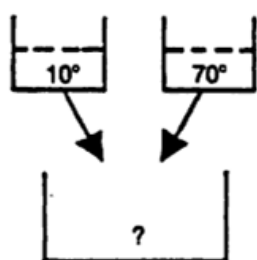
FUENTE: Elaboración propia.

Entre las “otras” respuestas destacan por ejemplo que “el aceite y el agua se repelen”, “el aceite se calentaría rapidísimo”, “tendrían dos temperaturas diferentes”, “no subirá mucho la temperatura”...

Sin embargo, la mayoría responden correctamente, sorprende el resultado tan bajo del grupo tic, es verdad que hay muchos alumnos que lo dejan en blanco por estar un poco inseguros.

El siguiente problema que se presentó a los alumnos es muy similar al anterior:

**Problema 2:** *Si hay agua en los dos recipientes, tienen la misma masa y tenemos la situación del dibujo, ¿qué pasará al mezclarlos? (Primera cuestión)*



*¿Y si en el de 10° hubiera agua y en el de 70° hubiera aceite?*  
(Segunda cuestión)

Este problema fue propuesto en el test de ideas previas, pero únicamente referido a la primera cuestión, a la que contestaron los alumnos tal como se aparece en la tabla siguiente:

**TABLA 20: IDEAS PREVIAS: SEGUNDO PROBLEMA DE CALOR  
(CUESTIÓN 1ª)**

Ideas previas: segundo problema de calor (Cuestión 1ª)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
<b>Correcta: 40°C</b>	61%	45%	28%
<b>Entre 10° y 70°</b>	0%	0%	14%
<b>60°C</b>	30%	10%	36%
<b>Otras</b>	9%	45%	12%

FUENTE: Elaboración propia.

En cambio los resultados obtenidos en el test final fueron bastante distintos:

**TABLA 21: TEST FINAL: SEGUNDO PROBLEMA DE CALOR (CUESTIÓN 1ª)**

Test final: segundo problema de calor (cuestión 1ª)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta: 40°C	33%	53%	21%
Entre 10° y 70°	18%	19%	29%
Se igualarán las temperaturas	9%	15%	11%
60°C	12%	10%	12%
Otras	28%	3%	27%
Resultados	49%	67%	45%

FUENTE: Elaboración propia.

A la respuesta “entre 10° y 70°” le hemos dado la puntuación de 0,7 y a “se igualarán las temperaturas” le dimos un valor de 0,3 puntos. Las demás son erróneas. Con esto el resultado que arroja es verdaderamente sorprendente ya que, después de explicar, el resultado obtenido en la evaluación ha sido peor que antes de la explicación en el grupo tradicional y, por poco, en el grupo tic.

Veamos ahora la segunda cuestión de este problema - *¿qué pasaría si en el de 10° hubiera agua y en el de 70° hubiera aceite?* - a fin de inferir todas las conclusiones:

**TABLA 22: TEST FINAL: SEGUNDO PROBLEMA DE CALOR (APARTADO2)**

Test final: segundo problema de calor (apartado2)			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta: más cerca de 10° que de 70°	0%	53%	7%
Entre 10° y 70°	18%	19%	11%
40°C	6%	0%	7%



<b>Se igualarán las temperaturas</b>	9%	3%	7%
<b>Otras</b>	67%	25%	68%
<b>Resultados</b>	18%	46%	20%

FUENTE: Elaboración propia.

Es cierto que con este problema, parece que los resultados son muy bajos siendo un problema en apariencia sencillo, la respuesta correcta es difícil de lograr, sin embargo sí demuestran empezar a razonar y muestran lo difícil que les resulta en esta edad. Los alumnos empiezan a discurrir que ambos problemas se pueden resolver de forma cualitativa y no sólo cuantitativa, han dado un salto en la física, que no sólo consiste en números sino también en razonamientos.

En “otras” se aparecen respuestas extrañas como por ejemplo que “las sustancias se separarían”, “el agua iría a 40°C”, “las sustancias conservarían sus temperaturas”...

En este caso, Driver et al.(1989) manifiesta que los niños de 13 y 14 años a los que pasó este problema en el caso primero, esto es, mezclar una cantidad de agua a 10° y la misma cantidad de agua a 70°, lograron entre un 10 y un 25% de respuestas correctas. En muchas ocasiones, los niños emplean las estrategias de adición de temperaturas y, más a menudo, las estrategias de sustracción de temperaturas, esta última es más adecuada a la realidad.

Con este marco ya se puede establecer un análisis más serio de los resultados, lo primero que se puede deducir es que los resultados son aceptables. En cuanto a las estrategias para resolver este problema: la estrategia de adición de temperaturas ya no la emplean después de la explicación, este es un paso hacia la explicación real científica; la estrategia de sustracción es más empleada. En el caso del agua, las respuestas de los alumnos están por encima del resultado que Driver recoge, también es verdad que son de un año más de edad.

En cuanto al segundo apartado, los alumnos del grupo cooperativo razonan de una forma mejor relacionando el calor específico y la mezcla de sustancias. En los otros casos se puede observar que les cuesta establecer relaciones, les cuesta en realidad razonar porque no se ha trabajado esas habilidades.

El problema que sigue no exige cálculos numéricos sino más bien es tarea teórica que pretende poner a los alumnos en la senda del razonamiento:

***Problema 3: ¿Cómo explicarías con lo aprendido en clase que al calentar un extremo de una barra de hierro con un mechero se calienta una bola de acero que se encuentra en contacto con el otro extremo de la barra?***

Es una pregunta, como ya he dicho, invita a reflexionar y razonar, partiendo de la hipótesis de que el sistema propuesto funciona como un conjunto de partículas que van transmitiendo su agitación, transfiriendo el calor de un sistema a otro.

Si aplicamos la teoría cinética se puede deducir que la fuente de calor hace que aumente el movimiento de las partículas que están más cerca, éstas transmiten su movimiento a las partículas que están cerca y así se va propagando el movimiento, así se va propagando la temperatura porque la temperatura es lo mismo que el movimiento de las partículas, de esto ya habíamos hablado con las definiciones.

Las respuestas que produjeron los alumnos investigados fueron las que aparecen en la tabla que sigue:

**TABLA 23: TEST FINAL: TERCER PROBLEMA DE CALOR**

Test final: tercer problema de calor			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	45%	44%	18%
El hierro es un buen conductor	25%	29%	68%
Se transmite el movimiento de las partículas a la bola	8%	9%	0%
Calor transmitido por contacto y el hierro conduce el calor	3%	0%	0%
Otras	19%	19%	14%
Resultados	63%	63%	52%

FUENTE: Elaboración propia.

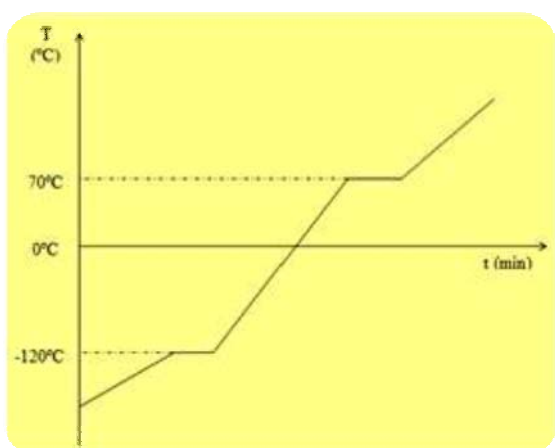
Las puntuaciones intermedias establecidas fueron las siguientes: las respuestas de “el hierro es un buen conductor y por eso se calienta la bola” y “se transmite el

movimiento de las partículas a la bola” se valoraron en 0,5 puntos y al “calor se transmite por contacto y el hierro lo conduce” se le asignó 0,3 puntos.

Con estas puntuaciones, el grupo tic no ha conseguido cuantitativamente formular un razonamiento válido, no ha ido más allá de las experiencias que tiene a la hora de aplicar lo que se ha explicado en clase, la temperatura es agitación de partículas, cuando la barra absorbe calor hace que su temperatura aumente y se transfiere calor a la bola. Sin embargo es el grupo que cuenta con menos alumnos que hayan errado totalmente sus respuestas.

***Problema 4: el siguiente problema consiste en interpretar una gráfica de calentamiento***

### **ILUSTRACIÓN 12: GRÁFICA DE CALENTAMIENTO DE UNA SUSTANCIA.**



**Se pregunta qué pasa a  $-120^{\circ}\text{C}$  y a  $70^{\circ}\text{C}$ , en qué estado está la sustancia (aspecto 1°) y qué magnitudes puedes relacionar con la gráfica (aspecto 2°).**

La última pregunta, que se presentó a la consideración de los alumnos, es una pregunta más abierta de lo que parece: a algunos alumnos se les ocurrió referirse al calor latente pero ninguno tomó en cuenta el calor específico que se puede sacar de la pendiente de cada tramo. A  $-120^{\circ}\text{C}$  se produce el punto de fusión de esa sustancia que pasa del estado sólido al líquido y a  $70^{\circ}\text{C}$  está el punto de ebullición por el que pasa esa sustancia del estado líquido a gaseoso. Todo el calor que le suministra la fuente, lo

invierte la sustancia en cambiar de estado en ese momento y no en aumentar su temperatura.

Hemos puntuado de forma intermedia si distingue “los tres estados y los puntos de fusión y de ebullición” con 0,7 puntos, si sólo señala “los tres estados” lo valoramos con 0,5 puntos, si sólo señala “los dos cambios de estado” 0,3 puntos, las demás respuestas no sumarán punto alguno.

Desde este punto de vista los resultados fueron los que aparecen en el siguiente tabla:

**TABLA 24: TEST FINAL: CUARTO PROBLEMA DE CALOR**

Test final: cuarto problema de calor			
Respuestas	Tradicional	Cooperativo	Tic
Correcta	0%	22%	7%
Tres estados y puntos de fusión y ebullición	58%	66%	71%
Tres estados	9%	0%	0%
Dos cambios de estado	0%	0%	0%
Otras	33%	13%	21%
Resultados	45%	68%	57%

FUENTE: Elaboración propia.

Al ser este un concepto trabajado mediante animaciones, los grupos tic y cooperativo han visto alguna animación de cómo se forma una gráfica de calentamiento a medida que vamos calentando la sustancia que, al parecer, se les ha quedado grabado. Sin embargo en los alumnos del grupo tradicional, cuyo libro de texto contenía varias gráficas con las descripciones correspondientes, no parecen haberles interesado mucho

Es de resaltar que las concepciones previas de los alumnos todavía siguen vivas en relación con este concepto: algunos alumnos se refieren únicamente a dos estados, sólido por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$  y por encima líquido. Esta es una concepción que he procurado e insistido en cambiar porque en los alumnos estaba muy arraigado el error de que el paso de sólido a líquido es siempre a  $0^{\circ}\text{C}$ , con independencia de la sustancia.

Todavía hubo un 3% de los alumnos investigados, casi todos del grupo tradicional, que se apuntaron a esta falsa hipótesis.

#### 7.4.- Síntesis de resultados desde la ‘media’.

A modo de síntesis ofrecemos a continuación los resultados obtenidos en la prueba final de teoría, de ejercicios y de problemas desde la perspectiva de la media:

##### 7.4.1.- Resultados de los problemas:

**TABLA 25: RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS EN EL TEST FINAL**

Resultados de los problemas en el test final		
Tradicional	Cooperativo	Tic
41%	55%	42%

FUENTE: Elaboración propia.

De mi reflexión sobre los datos, se infiere que cuando la resolución de los problemas requiere pensar y reflexionar, no parece pertinente dejar todo a simples animaciones y recursos audiovisuales. En mi parecer puede no ser suficiente. Los resultados nos afianzan en la hipótesis de que los medios audiovisuales sirven para motivar, les ayudan a la comprensión de los conceptos pero, por sí solos, no hacen razonar a los alumnos, hace falta más. También veremos la influencia que tiene la inteligencia de los alumnos porque si afronta un problema un alumno con una capacidad extraordinaria puede llegar a razonar de forma correcta, sin embargo si un alumno tiene poca capacidad a lo mejor no llega a adaptar lo que sabe a las diferentes situaciones.

El resultado global haciendo diferentes medias refleja que los grupos cooperativo y tic han tenido un mayor aprovechamiento teniendo el mismo número de horas. Hemos dividido los resultados según diversos parámetros.

**7.4.2.- Evaluación de las 20 cuestiones atribuyéndoles a todas el mismo valor.** El resultado sería el que se ofrece en los dos tablas siguientes:

**TABLA 26: RESULTADOS DEL TEST FINAL SI LAS 20 PREGUNTAS VALEN LO MISMO**

Resultados del test final si las 20 preguntas valen lo mismo		
Tradicional	Cooperativo	Tic
41%	62%	55%

FUENTE: Elaboración propia.

El tema, tal como se presenta, resulta bastante complicado: la media de una clase en términos generales está por debajo del 50%. En este caso el grupo tradicional se halla en torno a un 15% menos que los otros grupos, lo que comporta una diferencia muy significativa.

De acuerdo con nuestra pretensión de elaborar el análisis con el mayor detalle, se procedió a establecer las medias de los resultados correspondientes a las preguntas, los ejercicios y los problemas. Los resultados se ofrecen en la tabla siguiente:

**TABLA 27: ANÁLISIS PREGUNTA POR PREGUNTA DEL TEST FINAL**

Análisis pregunta por pregunta del test final			
	Tradicional	Cooperativo	Tic
Peor total	65%	5%	30%
Mejor total	15%	55%	30%
Peor en definiciones	50%	0%	50%
Mejor en definiciones	0%	50%	50%
Peor en ejercicios	100%	0%	0%
Mejor en ejercicios	0%	60%	40%
Peor en problemas	54%	9%	37%
Mejor en problemas	27%	54%	19%

FUENTE: Elaboración propia.

Como se ve por estos datos, el grupo tradicional logra la peor puntuación de los tres grupos en más del 50% de las preguntas, el grupo cooperativo es el mejor en más del 50% y es el peor en la pregunta acerca de mezclar agua a 80°C en la que saca una puntuación del 81%, por tanto no es importante que sea el de menor puntuación. En el caso del grupo tic, se coloca en una situación media entre los otros dos grupos.

En las definiciones, el grupo tic es el peor en dos de las preguntas “¿Cómo definirías la temperatura?” y “¿Qué es el calor?”, en los problemas es el peor en cuatro, de los cuales tres son referidos al concepto del calor. Está claro que el concepto de calor no es el que mejor se ha explicado con estos medios.

**7.4.3.- Puntuación de cada contenido en un tercio.** Es probable que no sea muy riguroso calificar todas las preguntas de la misma forma, tal vez sea más ajustado a las exigencias de un proceso de evaluación atender a los tres aspectos que se preguntan de la misma forma, la teoría, los ejercicios y los problemas, asignando a cada parte un tercio de la nota. Con este procedimiento, los resultados varían y serían los que se presentan en la tabla siguiente:

**TABLA 28: RESULTADOS DEL TEST SI TEORÍA, EJERCICIOS Y PROBLEMAS VALIERAN UN TERCIO DE LA NOTA**

Resultados del test si teoría, ejercicios y problemas valieran un tercio de la nota		
Tradicional	Cooperativo	Tic
43%	69%	63%

FUENTE: Elaboración propia.

Con esta estrategia se percibe con mayor claridad lo que ya se ha mencionado al final de los problemas, el grupo tic realizó de forma poco intensa esa parte, lo que le produjo una bajada porcentual de la media. En todo caso, si a cada una de las tres partes se le asigna idéntico valor, la diferencia es del 20%.

**7.4.4.- Análisis desde la perspectiva de los conceptos.** Siguiendo la perspectiva, llevar el análisis a ámbitos de mayor detalle, la evaluación se puede realizar

atendiendo a los conceptos que se agrupan en los tres siguientes: la densidad; la presión, volumen y temperatura; y el calor.

**TABLA 29: RESULTADOS DEL TEST SI CADA CONCEPTO VALIERA UN TERCIO DE LA NOTA**

Resultados del test si cada concepto valiera un tercio de la nota		
Tradicional	Cooperativo	Tic
39%	63%	55%

FUENTE: Elaboración propia.

En el test hacemos más preguntas acerca del concepto de calor, esto es porque también incluye mayor número de matices este concepto. La diferencia es grande ya que el concepto de calor era el que agrupaba más las notas. Veremos ahora los resultados según el concepto que estemos trabajando:

**TABLA 30: RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS DEL TEST REFERIDAS A LA DENSIDAD**

Resultados de las preguntas del test referidas a la densidad		
Tradicional	Cooperativo	Tic
26%	61%	49%

FUENTE: Elaboración propia.

En el concepto de densidad, la diferencia es escalofriante, éstas son las preguntas referidas a cómo medir la densidad, a si cada sustancia tiene su densidad y a cómo distinguirías si emplea toda la plata o no.

**TABLA 31: RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS DEL TEST REFERIDAS A LA PRESIÓN, VOLUMEN Y TEMPERATURA**

Resultados de las preguntas del test referidas a la presión, volumen y temperatura		
Tradicional	Cooperativo	Tic
38%	60%	59%

FUENTE: Elaboración propia.



En los conceptos de presión, volumen y temperatura se puede observar también la gran diferencia existente en los resultados, aquí están las preguntas acerca de la temperatura, los ejercicios de presión, volumen y temperatura, la variación de la temperatura de ebullición del agua a medida que varía la presión.

**TABLA 32: RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS DEL TEST REFERIDAS AL CALOR**

Resultados de las preguntas del test referidas al calor		
Tradicional	Cooperativo	Tic
52%	69%	57%

FUENTE: Elaboración propia.

En los resultados referidos al calor existe una mayor igualdad, tal vez es porque los ejercicios son de mayor cálculo numérico y los problemas necesitan un mayor razonamiento. En cambio el grupo cooperativo en el que los alumnos se han ido explicando el contenido ha logrado un resultado muy sobresaliente.

### 7.5.- Síntesis general.

Aparte de los resultados también se tratan de forma resumida las ideas previas de los alumnos acerca de estos temas, en este caso saltan algunas concepciones alternativas, entre otras destacan la confusión entre temperatura y calor, la idea de que la materia es continua, la dificultad para comprender el concepto de calor latente ya que si administramos energía a una sustancia debe aumentar la temperatura y no permanecer estable como sucede en el cambio de estado.

Los resultados expuestos ampliamente en este capítulo acerca de los conocimientos adquiridos por los alumnos teniendo en cuenta las ideas previas arrojan una serie de conclusiones claras y otras más discutibles.

Al ver los resultados se puede deducir que las metodologías aplicadas tienen una gran repercusión en la comprensión por parte de los alumnos de los conceptos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor.

También se puede inferir a partir de los resultados que las metodologías aplicadas tienen gran influencia en los contenidos asimilados por los alumnos ya sean teóricos –definiciones- como prácticos –ejercicios y problemas-.

A la hora de atender a los resultados generales, la media establecida cuando todas las preguntas valen lo mismo, la media obtenida cuando todos los conceptos valen lo mismo o cuando todos los tipos de preguntas –teoría, ejercicios y problemas- valen lo mismo, en todos estos casos el grupo cooperativo logra una mejor media que están en torno a un 65%, el grupo tic es el segundo en todos estos casos con una media de 58% y el grupo tradicional tiene una media de 41%. En consecuencia, está claro que las metodologías han tenido una gran influencia en la comprensión de los conceptos de la termodinámica vistos en la investigación.

Únicamente se acercan los resultados de las tres metodologías cuando se plantean problemas con un grado de dificultad alto, en estos problemas hace falta establecer un razonamiento elaborado en el que se relacionen varios conceptos y se llegue a conclusiones complejas. Parece que en al afrontar estos problemas los resultados son indiferentes a la metodología didáctica empleada.

## **BIBLIOGRAFÍA**

DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.



## **Capítulo 8: RELACIÓN ENTRE RESULTADOS, INTELIGENCIA Y METODOLOGÍA**

### **C O N T E N I D O:**

#### **8.1.- Los tipos de inteligencia.**

- 8.1.1.- Calificación de la inteligencia general
- 8.1.2.- Resultados de la inteligencia lingüística
- 8.1.3.- El razonamiento abstracto y el experimento
- 8.1.4.- La aptitud numérica y los parámetros del experimento
- 8.1.5.- Inteligencia espacial y dimensiones de la investigación

#### **8.2.- Los tipos de inteligencia y los resultados.**

- 8.2.1.- Resultados en función de la inteligencia general
- 8.2.2.- Resultados en función del razonamiento abstracto
- 8.2.3.- Resultados en función de la aptitud verbal
- 8.2.4.- Resultados en función de la aptitud numérica
- 8.2.5.- Resultados en función de la inteligencia espacial

#### **8.3.- Los tipos de inteligencia y la metodología.**

- 8.3.1.- Tipos de inteligencia y escenarios metodológicos.
- 8.3.2.- Comparación del grupo de alumnos de mayor inteligencia con la media del grupo.
- 8.3.3.- Combinación de tipos de inteligencias con los diversos métodos.

#### **8.4.- Otros análisis de las relaciones entre los resultados y los tipos de inteligencia.**

8.4.1.- Datos de los alumnos en el test

8.4.2.- Resultados de preguntas concretas del test y problemas

8.4.3.- Experimento sobre el 25% de alumnos que han obtenido las mejores calificaciones en cada grupo, en el test general

#### **8.5.- Estudio de los cocientes intelectuales.**

#### **8.6.- Ensayo de recopilación**

8.6.1.- La inteligencia verbal

8.6.2.- La inteligencia lógico-matemática

8.6.3.- La inteligencia espacial

#### **Bibliografía**

## Capítulo 8: RELACIÓN ENTRE RESULTADOS, INTELIGENCIA Y METODOLOGÍA

El análisis del presente capítulo tiene como objetivo desvelar las relaciones entre los resultados obtenidos en la prueba de evaluación y los datos que poseo sobre el cociente intelectual de los estudiantes, que constituyen el grupo experimental. Los alumnos hicieron una serie de test de ediciones TEA, se realiza un informe BTDA2. En este informe se dan unos resultados muy amplios sobre algunos aspectos de su personalidad y el tipo de inteligencia. Las capacidades se miden en una escala de 1 a 99 siendo 50 la media de la población. El estudio atiende a los tipos de inteligencia siguientes:

*La inteligencia general* es el resultado global ponderado de las pruebas de inteligencia.

*El razonamiento abstracto* mide su aptitud para resolver procesos lógicos como la comprensión, análisis, generalización, sin elementos verbales ni numéricos.

*La aptitud verbal* muestra la facilidad para su expresión utilizando el lenguaje oral o escrito.

*La aptitud numérica* indica la habilidad en su expresión intelectual mediatizada por el lenguaje matemático.

*La aptitud espacial* implica la facilidad para resolver problemas de tipo espacial.

Según la clasificación realizada por Gardner (1983), las inteligencias lingüístico-verbal se corresponden con la de aptitud verbal, la lógico-matemática se correspondería con la aptitud numérica y con el razonamiento abstracto, la inteligencia espacial que sería la aptitud espacial.

En un primer análisis queríamos ver las correlaciones que se pueden obtener entre los tipos de inteligencias y los resultados en el test de evaluación realizado y que se ha comentado en el capítulo siete de la tesis. Las correlaciones pueden ser positivas o negativas, por ejemplo, a priori los alumnos que tienen una excelente aptitud numérica pueden resolver sustancialmente mejor los ejercicios que los que tienen una aptitud numérica menos desarrollada. Estas correlaciones pueden ser también particulares, pueden tener que ver con el método didáctico empleado. En consecuencia, los estudiantes que tienen bien desarrollada una capacidad pueden empeorar sus resultados si se les explica de un modo determinado, en cambio puede haber alumnos que tienen poca facilidad por sus aptitudes para ciertas actividades. Sin embargo, si el profesor emplea una metodología apropiada, se podrían disminuir las mencionadas diferencias con los más dotados. Para el estudio se han separado los alumnos por los datos de su capacidad intelectual: distinguimos el 25% aproximadamente que tenía una aptitud mayor y el 25% de los alumnos que tenían una baja aptitud en el tipo de inteligencia que estamos estudiando. Además se ofrecerán los resultados obtenidos por el grupo total para comparar los que tienen aptitud mayor, la media general y los que tienen aptitud menor.

### **8.1.- Los tipos de inteligencia.**

En el primer caso, me refiero a la media de preguntas, el 25% de alumnos con inteligencia general mayor y el 25 % con menor inteligencia general. Partiendo de los datos del test y de los datos de cociente intelectual se llegan a obtener una serie de tablas de resultados que se refieren a las partes generales del test: media general, teoría, ejercicios y problemas. Los objetivos de este estudio en el que nos adentramos ahora es mostrar la existencia de relaciones entre el proceso de enseñanza-aprendizaje y los estudios de las Ciencias Físicas de la Enseñanza Secundaria. Es obvio que existen alumnos con una inteligencia buena para la física y esos suelen obtener buenas calificaciones, es decir, *se busca inferir las posibles relaciones entre la inteligencia de los alumnos y el resultado de la prueba de conocimientos*, tanto en el conjunto del test en general como referidas específicamente a la teoría, los ejercicios y los problemas de la Física en la Enseñanza Secundaria.

En segundo lugar, se pretendía hallar las posibles relaciones entre la inteligencia de los alumnos, los resultados obtenidos y los procedimientos metodológicos aplicados, que constituyen un específico objetivo de la investigación. *Se indaga sobre la posible incidencia de la metodología, en cuanto factor de facilitación para el aprendizaje de los saberes de la Física* a los alumnos con menos capacidades y si dicha metodología aumenta o disminuye las diferencias entre los alumnos más dotados y los demás.

En tercer lugar, se buscan establecer las posibles *relaciones entre los resultados de la prueba de conocimientos y la inteligencia que poseen los alumnos*, analizando el asunto desde otra perspectiva: identificar a los alumnos que han sacado mejores notas en las pruebas y observar la inteligencia que tienen.

Por último, se pretendía *identificar las relaciones entre los distintos tipos de inteligencia establecidos* - general, verbal, numérica, espacial y razonamiento abstracto - y *los resultados* que recogen los alumnos. Tanto a lo largo del presente capítulo como en los restantes en que se utilice la variable inteligencia procederemos según el orden de I. general, I. lingüística o verbal, I. abstracta, I. numérica e I. espacial.

#### **8.1.1.- Calificación de la inteligencia general.**

En el comienzo, la referencia se centra únicamente en la inteligencia general y su calificación, eludiendo la referencia metodológica que en las siguientes tablas será la variable independiente e importante, puesto que algunos alumnos con bajas capacidades obtienen unos resultados realmente buenos en función de determinados procedimientos metodológicos. Se utilizará con reiterada frecuencia el dato de la media, que es un valor referido al número de preguntas, que harían bien los estudiantes si fuera un test de 10 preguntas. Es un valor importante y lo contamos sobre 10 porque es la puntuación habitual que se utiliza en las evaluaciones de forma general en esta escala. Cuatro aspectos se pretende esclarecer sobre inteligencia general relacionándola con los resultados generales del test de evaluación, con los obtenidos en el estudio de la teoría, en la elaboración de los ejercicios y en la solución de los problemas.

*a) En primer término, el análisis se centra en el valor de la inteligencia general*, que suele ser para la enseñanza el dato más importante, al comprender todas las



dotes intelectuales, que si bien no muestra el desarrollo específico de sus capacidades numéricas o verbales, sin embargo, la media de su inteligencia suele ser muy orientativa en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje. Partimos de una concepción de la inteligencia general (IG) bastante aceptada por los psicólogos como la capacidad que el individuo tiene para actuar adecuadamente, pensar razonablemente y relacionarse eficazmente con el medio. Se ha tomado como valor diferenciador el 50 de inteligencia general (IG) ya que es la media de la población.

**TABLA 1: INTELIGENCIA GENERAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

<b>Inteligencia general mayor de 49 y resultado general del test.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>52</b>	5,66	83%	19%	2%

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla precedente y en la que sigue a continuación, los resultados expuestos manifiestan consistentes relaciones entre la inteligencia general y el resultado general del test realizado. La diferencia en la media es de casi un punto que es notablemente significativa, sin embargo el número de alumnos que sacan una nota por debajo de 3 y el porcentaje de aprobados es todavía más expresivo.

**TABLA 2: INTELIGENCIA GENERAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST**

<b>Inteligencia general menor de 50 y resultado general del test.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>30</b>	4,83	47%	7%	13%

Fuente: Elaboración propia.

*b) En el área de la teoría física, las dos tablas que siguen manifiestan la diferencia de resultados obtenidos sobre los conocimientos evaluados en el área de la teoría*

física en función del índice de inteligencia de los alumnos sometidos a la prueba: los de más de 50 en IG y los de menos de ese valor.

**TABLA 3: INTELIGENCIA GENERAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DE LA TEORÍA.**

Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de la teoría.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
52	7,08	85%	62%	12%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 4: INTELIGENCIA GENERAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DE LA TEORÍA.**

Inteligencia general menor de 50 y resultado general de la teoría.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
30	7,03	83%	57%	10%

Fuente: Elaboración propia.

Es ya un tópico que los alumnos que tienen conciencia de sus limitaciones para las ciencias, suelen aplicar el mayor esfuerzo al estudio de la teoría. De ahí que los resultados hallados son muy similares en los dos grupos, aunque cierta leve superioridad favorece a los que tienen un mayor promedio en IG.

*c) Los resultados correspondientes a los ejercicios se exponen en las dos tablas que siguen:*

**TABLA 5: INTELIGENCIA GENERAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DE LOS EJERCICIOS.**

Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de los ejercicios.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
52	5,72	58%	33%	23%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 6: INTELIGENCIA GENERAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Inteligencia general menor de 50 y resultado general de los ejercicios.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>30</b>	5,33	53%	33%	27%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la tarea de *ejercicios* son bastante similares, si bien se consolida una posición levemente inferior de los alumnos que obtienen una puntuación de IG menor que el promedio. Es algo significativo que la media es casi medio punto inferior.

d) A la tarea de *resolución de problemas* se refieren las dos tablas que siguen (7 y 8):

**TABLA 7: INTELIGENCIA GENERAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de los problemas.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>52</b>	5,10	50%	21%	17%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 8: INTELIGENCIA GENERAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia general menor de 50 y resultado general de los problemas.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>30</b>	4,03	27%	7%	30%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la resolución de los problemas manifiestan con contundencia las diferencias de uno y otro grupo que pueden calificarse de muy notables: se puede observar que la diferencia en el aspecto de los problemas es la parte que tiene mayor diferencia de todo el test. En la media la diferencia de más de un punto es muy elocuente y notablemente revelador el porcentaje de los demás parámetros.

Una primera conclusión que se infiere de los datos expuestos en las tablas precedentes se focaliza en la inteligencia general que se manifiesta como un parámetro muy significativo y de notable validez para estudiar materias como las Ciencias Físicas, en especial al llegar a la parte de problemas.

### **8.1.2.- Resultados de la inteligencia lingüística.**

En el área de los estudios psicológicos suele calificarse la capacidad lingüística o aptitud verbal como inteligencia, por cuanto además de su presencia constante en los test psicométricos es un componente presente de manera constante en el currículo de los colegios. Se trata de una capacidad universal que se desarrolla siguiendo unos patrones muy similares en todas las culturas, por lo que la aptitud verbal o la inteligencia lingüística puede considerarse como un tipo de inteligencia (Gardner, 1983) de las más aceptadas que se propone la modularidad de la mente. En el test de cociente intelectual utilizado en el centro escolar en que se llevó a cabo la investigación empírica, se ha medido esta capacidad como aptitud verbal, por tanto nos referiremos a esta inteligencia con el término de *aptitud verbal* o el de *inteligencia lingüística-verbal* indistintamente. El valor distintivo que tomaremos como referencia será el correspondiente a la media de la población, el valor de 50.

a) Los resultados obtenidos se exponen en las dos tablas siguientes (9 y 10):

**TABLA 9: INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado general del test.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>57</b>	5,84	77%	21%	2%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 10 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado general del test.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>25</b>	4,25	24%	4%	16%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso como en el anteriormente estudiado de la inteligencia general, las diferencias son muy llamativas, incluso mayor de lo que era en el caso de IG. La diferencia en el caso de la media es de más de un punto y medio y en cuanto a los porcentajes de aprobados superan los 50 puntos de diferencia.

*b) Los resultados de las relaciones entre inteligencia verbal y el estudio de la teoría física se muestran en las tablas que siguen (11 y 12):*

**TABLA 11 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de la teoría.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>57</b>	7,56	88%	68%	9%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 12 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de la teoría.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>25</b>	5,93	72%	40%	16%

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia en la teoría es más llamativa en este caso de la inteligencia verbal, que es la capacidad o aptitud que hace una referencia a esta parte del test de manera más directa. La diferencia de más de punto y medio es muy significativa, incluso las diferencias entre los porcentajes son palmariamente significativas. Vamos a ir exponiendo las distintas partes del estudio en que se manifiesten otras diferencias antes de llegar a las conclusiones que podrían tacharse de precipitadas.

*c) Relación entre inteligencia verbal y los resultados de los ejercicios (tablas 13 y 14):*

**TABLA 13 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>57</b>	5,99	63%	39%	21%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 14 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>25</b>	4,63	40%	20%	32%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los ejercicios se observa con suficiente nitidez las diferencias significativas obtenidas en el experimento: la media se diferencia en más 1,3 puntos, en los aprobados los porcentajes van de 63% a 40% y la diferencia en el porcentaje de alumnos con puntuación alta es casi el doble (de 39 % a 20 %).

d) Los datos de relacionar la inteligencia verbal con los resultados obtenidos en *la resolución de los problemas* se presentan en las dos tablas que siguen:

**TABLA 15 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de los problemas.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	Media	% aprobados	% por encima	% por debajo
			de 7	de 3
<b>57</b>	5,18	53%	23%	16%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 16 : INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA-VERBAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de los problemas.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	Media	% aprobados	% por encima	% por debajo
			de 7	de 3
<b>25</b>	3,62	16%	0%	32%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso las diferencias son aún más contundentes que en los apartados precedentes del test: en el caso de la media es de más de un punto y medio, en cuanto al porcentaje de alumnos aprobados es de más de 30 puntos (de 53 % a 16 %) y en los restantes apartados las diferencias porcentuales son francamente obvias.

De los datos expuestos, parece que puede inferirse con rigor que este tipo de inteligencia, la lingüística-verbal, tiene una importancia fundamental de criterio diferenciador en los tres aspectos específicos de evaluación de los saberes físicos: en los ejercicios, en la teoría y en la solución de los problemas. Así como en el estudio de la inteli-

gencia general se percibía que sus efectos se circunscribían especialmente a la solución de los problemas, en el caso de la inteligencia verbal afecta decisivamente a las distintas dimensiones de la materia de física consideradas en la prueba. Por consiguiente, es obligado prestar especial atención a esta capacidad teniendo en cuenta la pluralidad y diversidad de alumnos que se integran en una clase.

### 8.1.3.- El razonamiento abstracto y el experimento.

La respuesta ante procesos lógicos, esto es lo que mide esta capacidad. El razonamiento abstracto tiene que ver con la inteligencia lógico-matemático, ésta junto con la lingüístico verbal son las inteligencias más usualmente propuestas por los expertos para la modularidad de la mente. Este tipo de inteligencia suele definirse como la capacidad del ser humano para razonar de forma lógica y solucionar problemas relacionados principalmente con los números, las cantidades, las matemáticas y propios de la ciencia en general. Como hemos mencionado en el capítulo tercero la inteligencia como capacidad de resolver problemas ha sido muy estudiada en el contexto de la psicología evolutiva y en concreto por Piaget. En este apartado se busca detectar las especiales influencias que relacionan esta capacidad con las dimensiones de las ciencias físicas que estudiamos en la investigación empírica: teoría, ejercicios y problemas precedidos de la relación con los resultados del test. Como en el primer caso pondremos la frontera en la media.

*a) Las dos tablas siguientes manifiestan las relaciones del razonamiento abstracto con los resultados del test:*

**TABLA 17: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado general del test.				
Nº alumnos	Media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
48	5,64	66%	17%	4%

Fuente: Elaboración propia.



**TABLA 18: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

<b>Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado general del test.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>34</b>	5,00	56%	15%	9%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, la diferencia es bastante menor que en los casos estudiados con anterioridad, el valor de la media del test general se diferencia en seis décimas. Respecto de los datos obtenidos sobre los otros aspectos, porcentaje de aprobados y distribución de calificaciones altas o bajas, las diferencias no son especialmente significativas.

*b) Los datos sobre el razonamiento abstracto y la teoría física en las dos tablas siguientes:*

**TABLA 19: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de la teoría.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>48</b>	6,75	79%	58%	15%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 20: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de la teoría.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>34</b>	7,51	88%	62%	6%

Fuente: Elaboración propia.

Supuestamente pueden sorprender los datos obtenidos en relación con los aspectos teóricos de la física que se consideraron en la investigación: los alumnos con una capacidad menor de razonamiento abstracto o de razonamiento lógico, logran un resultado superior a los otros alumnos en todos los parámetros que estamos estudiando en el caso de la teoría. Sin embargo, si nos paramos a reflexionar, tampoco debiera sorprendernos mucho puesto que las preguntas de teoría son definiciones a aprender de memoria que no exigen razonamiento alguno.

c) *Los resultados de los ejercicios* en función de la variable razonamiento abstracto se ofrecen en los dos tablas siguientes (21 y 22):

**TABLA 21: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de los ejercicios.				
Nº alumnos	Media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
48	5,70	58%	31%	25%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 22: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de los ejercicios.				
Nº alumnos	Media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
34	5,38	53%	35%	24%

Fuente: Elaboración propia.

En la elaboración de los ejercicios, las tenues diferencias detectadas se polarizan en un 0.32 décimas de ventaja en la media y apenas se manifiestan diferencias en el porcentaje de aprobados de los alumnos con mejores o peores capacidades de razonamiento lógico. En cambio, en los otros dos parámetros las ventajas corresponden a los de menor capacidad de razonamiento lógico.

*d) En las dos tablas siguientes 23 y 24.) se ofrecen los datos obtenidos de relacionar la variable razonamiento abstracto con la resolución de los problemas:*

**TABLA 23: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de los problemas.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>48</b>	5,07	45%	21%	12%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 24: RAZONAMIENTO ABSTRACTO MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de los problemas.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>34</b>	4,20	35%	9%	32%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos sobre la resolución de los problemas, en función del razonamiento abstracto, evidencian unas notables diferencias que ocurren en la medición de las cuatro dimensiones: la diferencia en la media es la de mayor polarización de frecuencias entre los aspectos del test que evaluamos, sin embargo no es tan llamativa como en los otros casos. Por consiguiente, de los datos obtenidos se puede inferir que el razonamiento abstracto tiene influencia en los resultados y en la comprensión de los contenidos de la materia de física, no obstante estas diferencias no parecen muy significativas salvo en el caso de los resultados de los problemas.

#### 8.1.4.- La aptitud numérica y los parámetros del experimento.

Este parámetro del test de inteligencia mide la capacidad de cálculo numérico que tienen los alumnos, a priori es una facultad interesante a la hora de la resolución de los ejercicios y los problemas.

*a) Las dos tablas siguientes manifiestan las relaciones entre la inteligencia numérica y los resultados generales del test.* El valor que utilizamos para separar los individuos dentro del grupo poblacional sigue siendo el mismo, 50, el promedio de la población.

**TABLA 25: APTITUD NUMÉRICA MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

Aptitud numérica mayor de 49 y resultado general del test.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
50	5,57	64%	24%	4%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 26: APTITUD NUMÉRICA MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

Aptitud numérica menor de 50 y resultado general del test.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
32	5,03	57%	10%	2%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados ponen de manifiesto ciertas diferencias en general, aunque no muy significativas. Es relevante, sin embargo, la intensa distribución de frecuencias en las calificaciones altas (mayor de 7) y bajas (menos de 3).

*b) La aptitud numérica y los conocimientos de la teoría física. (Tablas 27 y 28).*

**TABLA 27 : APTITUD NUMÉRICA MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de la teoría.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>50</b>	7,24	82%	60%	12%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 28 : APTITUD NUMÉRICA MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

<b>Aptitud numérica menor de 50 y resultado de la teoría.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>32</b>	6,78	84%	59%	10%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las tablas precedentes evidencian las escasas diferencias entre los alumnos de superior e inferior capacidad numérica. Puede recordarse una vez más que la teoría de la física o de cualquier otra ciencia no implica específicas condiciones de cálculo o de habilidades especiales para las operaciones matemáticas, puesto que se trata más de definiciones y características de la materia, que pueden reproducirse aún sin comprenderlas bien.

c) La aptitud numérica y los resultados de los ejercicios se exponen en las dos tablas que siguen:

**TABLA 29 : APTITUD NUMÉRICA MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>50</b>	5,42	58%	26%	28%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 30 : APTITUD NUMÉRICA MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Aptitud numérica menor de 50 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>32</b>	5,82	53%	44%	19%

Fuente: Elaboración propia.

Aunque parezca que lo previsible sería lo contrario, los resultados habidos manifiestan que los alumnos que, según los test, tienen menos aptitudes para el cálculo numérico se han equivocado menos en los ejercicios propuestos. Ahora bien, ¿puede haber algunas otras razones?. En mi parecer se ha de considerar la posibilidad de mejor empleo de la calculadora, son ejercicios sencillos en los que sólo es necesario saber resolver una ecuación, en consecuencia la habilidad numérica no se tiene que poner en acto a la hora de resolver estos ejercicios ya que la operación de “despejar en una ecuación” es más una operación sencilla de razonamiento abstracto que de aptitud numérica.

d) *Aptitud numérica y resolución de problemas: tablas 31 y 32*

**TABLA 31 : APTITUD NUMÉRICA MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de los problemas.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>50</b>	5,06	54%	20%	18%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 32 : APTITUD NUMÉRICA MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Aptitud numérica menor de 50 y resultado de los problemas.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>32</b>	4,14	22%	10%	22%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los problemas las diferencias son notablemente demostrativas: en la rúbrica de aprobados la distancia se establece entre el 54 % y el 22% y en notas altas de 20% a 10% y en la media casi un punto. En el conjunto de las cuatro variables, esta aptitud no parece discriminar significativamente a los alumnos de un grupo respecto del otro. Quizás se pudiera establecer que esta aptitud contribuye a que los alumnos tengan mayor capacidad, pero en relación a otras habilidades necesarias para resolver otros problemas de mayor exigencia numérica.

En los cuatro apartados considerados hasta el momento, se percibe como una constante que, en el contexto de la ciencia física, los problemas constituyen la parte del saber más exigente con la capacidad del individuo. En cambio en el estudio de la teoría o en la elaboración de los ejercicios las diferencias entre los grupos de mayor y menor capacidad no parecen tan significativas, al menos en el caso de la aptitud numérica y del razonamiento abstracto los datos obtenidos apuntan en esa dirección.

#### **8.1.5.- La inteligencia espacial y las dimensiones de la investigación.**

Este tipo de inteligencia es denominada en el test aptitud espacial. Significa la capacidad o la habilidad para reconocer aspectos de un elemento, transformaciones de un ele-

mento en otro, semejanza gráfica. Se va a proceder al estudio de los resultados imbricados en las relaciones entre la inteligencia espacial y las cuatro dimensiones del estudio empírico que se vienen manejando. El valor que tomamos para diferenciar los grupos seguirá siendo la media de la población, el valor de 50. La inteligencia espacial está próxima al ámbito de la realidad concreta de los objetos y su ubicación en el mundo. Como escribe la doctora Jennifer Ann (2007) en su tesis doctoral la operación más básica de este tipo de inteligencia es la habilidad para percibir una forma o un objeto, es decir, la capacidad para percibir con exactitud el mundo visual, para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales propias y para recrear aspectos de la experiencia visual propia, incluso en ausencia de estímulos físicos apropiados. Un individuo con destrezas en varias de estas capacidades tendrá probablemente éxito en el dominio espacial (Ann, 2007: 107).

*a) Los resultados generales del test en función de la variable inteligencia espacial se ofrecen en las dos tablas siguientes (33 y 34)*

**TABLA 33: INTELIGENCIA ESPACIAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado general del test.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
51	5,78	69%	20%	0%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 34: INTELIGENCIA ESPACIAL MENOR DE 50 Y RESULTADO GENERAL DEL TEST.**

Inteligencia espacial menor de 50 y resultado general del test.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
31	4,68	49%	10%	16%

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados generales del test muestran diferencias muy significativas en relación con los dos grupos en cuestión: es muy destacable el resultado de 0% de los alumnos de mayor capacidad con baja puntuación. En todos los aspectos existen diferencias claras entre los dos grupos, de manera especial el 1.1 puntos de superioridad de un grupo sobre otro en la dimensión de la media es claro indicador de manifiestos contrastes.

*b) La influencia de la inteligencia espacial sobre los resultados del aprendizaje de la teoría física se muestran en las dos tablas siguientes:*

**TABLA 35 : INTELIGENCIA ESPACIAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de la teoría.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
51	7,55	89%	66%	6%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 36 : INTELIGENCIA ESPACIAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LA TEORÍA.**

Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de la teoría.				
nº alumnos	media	% aprobados	% por encima de 7	% por debajo de 3
31	6,27	74%	52%	19%

Fuente: Elaboración propia.

En contraposición con casi todos los precedentes, las diferencias en torno a las respuestas obtenidas respecto de los asuntos teóricos de la física son muy significativas. Destacan los porcentajes en aprobados (89% y 74%) y tanto en las puntuaciones altas como en las bajas las distancias observadas son reveladoras.

*c) Los resultados de los ejercicios en función de la inteligencia espacial se ofrecen en las dos tablas que siguen*

**TABLA 37: INTELIGENCIA ESPACIAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>51</b>	5,96	61%	36%	20%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 38: INTELIGENCIA ESPACIAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de los ejercicios.</b>				
<b>Nº alumnos</b>	<b>Media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>31</b>	4,94	48%	30%	30%

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias siguen siendo claras en el parámetro de la media. En los otros apartados se aminoran las distancias, aunque son expresivas, con relación a las medidas de las tablas precedentes referidas a la inteligencia espacial.

*d) Los resultados de la solución de problemas en relación con la inteligencia espacial se muestran en las dos tablas siguientes:*

**TABLA 39: INTELIGENCIA ESPACIAL MAYOR DE 49 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de los problemas.</b>				
<b>nº alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>51</b>	5,15	50%	20%	12%

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 40: INTELIGENCIA ESPACIAL MENOR DE 50 Y RESULTADO DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de los problemas.</b>				
<b>n° alumnos</b>	<b>media</b>	<b>% aprobados</b>	<b>% por encima de 7</b>	<b>% por debajo de 3</b>
<b>31</b>	3,98	30%	10%	33%

Fuente: Elaboración propia.

En este apartado las diferencias se convierten en algo muy destacable en todos los parámetros objeto de estudio. Sin que sea sencillo establecer las razones de estos resultados, sin embargo de los datos obtenidos se ha de asumir como insoslayable que la inteligencia espacial influye en los asuntos de estudio de que tratamos en la tesis y muy especialmente en la elaboración de los ejercicios y en la resolución de los problemas de la física.

*e) Influencia de la inteligencia espacial en la interpretación de una gráfica de calentamiento* se muestra en la tabla siguiente. Es de interés destacar la influencia de la inteligencia espacial en un problema en el que hay que interpretar una gráfica de calentamiento. Las puntuaciones a este problema fueron cuatro: 0; 0,5; 0,7 y 1.

**TABLA 41: INTELIGENCIA ESPACIAL Y RESPUESTAS ANTE UNA GRÁFICA DE CALENTAMIENTO.**

<b>Inteligencia espacial y respuestas ante una gráfica de calentamiento.</b>				
<b>Inteligencia espacial</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>
<b>Mayor de 50</b>	16%	0%	72%	12%
<b>Menor de 50</b>	30%	7%	56%	7%

Fuente: Elaboración propia.

Los alumnos con mayor capacidad lo hacen sensiblemente mejor, de hecho el 84% lo resuelven bien o casi bien, sin embargo los de aptitudes más bajas en la inteligencia espacial sólo llegan a un 63%. En cuanto a la media, la de los alumnos de mayor capacidad logra 0,62 puntos mientras que el otro grupo obtiene 0,48. Esta es una diferencia mayor que la media de los problemas. Por tanto, parece que puede afirmarse la inteligencia espacial como una herramienta útil para interpretar las gráficas, al menos en la materia de física los datos obtenidos avalan esta posición.

Con este apartado en el que hemos tratado la relación que existe entre la puntuación de los alumnos y su cociente intelectual, ya sea la inteligencia general, la lingüística, lógico matemática o la espacial, se puede llegar a la conclusión con suficiente fundamento de que los alumnos que tienen mayores capacidades en estos tipos de inteligencia están mejor dotados para la física.

A modo de resumen de lo expuesto hasta aquí, me ha parecido de utilidad recoger en la tabla que sigue la información más destacada, mediante la comparación de las medias obtenidas.

**TABLA 42: MEDIAS DE CADA PARTE E DEL TEST SEGÚN LA INTELIGENCIA**

Medias de cada parte del test según la inteligencia						
Parte del test		IG	AV	RA	AN	AE
General	MAYOR	5,66	5,84	5,64	5,57	5,78
	MENOR	4,83	4,25	5,00	5,03	4,68
Teoría	MAYOR	7,08	7,56	6,75	7,24	7,55
	MENOR	7,03	5,93	7,51	6,78	6,27
Ejercicios	MAYOR	5,72	5,99	5,70	5,42	5,96
	MENOR	5,33	4,63	5,38	5,82	4,94
Problemas	MAYOR	5,10	5,18	5,07	5,06	5,15
	MENOR	4,03	3,62	4,20	4,14	3,98

Fuente: Elaboración propia.

A la vista de estos resultados mostrados en las tablas precedentes, podemos inferir una conclusión reiteradamente verificada: la inteligencia tiene una manifiesta importancia en la solución de los problemas de la física. En este apartado se encuentran las diferencias más significativas entre la media de los alumnos con mayores capacidades respecto de la media de los de menor capacidad.

Si nos centramos en el apartado de las medias en cada parte del test, las inferencias que obtienen una comprobación más consistente serían las siguientes:

1<sup>a</sup>) los alumnos con mayores capacidades obtienen siempre unas medias superiores en el resultado del test en general, con diferencias que van desde 1,59 puntos hasta 0,54.

2<sup>a</sup>) Los alumnos con mayores capacidades son mejores en la teoría en todos los casos, salvo en el de razonamiento abstracto. Cabe destacar también que en el caso de la inteligencia general la puntuación es muy similar, la diferencia es de 0,05 puntos. Sin embargo, es en el apartado de la teoría donde se halla la mayor diferencia, como sucede en el caso de la inteligencia verbal, 1,63 puntos.

3<sup>a</sup>) En el caso de los ejercicios de física, los alumnos con mayores capacidades presentan mejores resultados, salvo en el caso de la aptitud numérica en el que se invierte el resultado. La diferencia está entre 1,36 puntos y 0,32.

4<sup>a</sup>) Las diferencias observadas entre los alumnos con mejores capacidades en relación con los del grupo de menor capacidad, en el área de los problemas de la física, se mueven en una horquilla entre 1.56 y 0.87 puntos. En este apartado se producen las mayores diferencias, puesto que la resolución de problemas exige, por su propia naturaleza, una convergencia de aptitudes o habilidades: aptitud verbal para entender el problema y la aptitud lógico-matemática para el cálculo y las operaciones lógicas como despejar y relacionar magnitudes.

5<sup>a</sup>) Las diferencias más notorias las ocasiona la diferente inteligencia verbal, en cada uno de los aspectos del test: general, teoría, ejercicios y problemas, la diferencia mayor es la existente entre los alumnos de mayor y menor capacidad en inteligencia verbal.

Como conclusión global referida a este apartado se puede afirmar lo que sigue: la inteligencia es un factor importante para el estudio y comprensión de los contenidos de la ciencia física. Los alumnos con mayores capacidades tienen más facilidad que los demás y estos habrán de esforzarse un poco más para alcanzar esos resultados.

## 8.2.- Los tipos de inteligencia y los resultados.

Como ya se ha indicado al comienzo del apartado anterior, se han agrupado de manera diferenciada los resultados, de tal modo que se expliciten los resultados de aquellos alumnos que, en función de su inteligencia, comparten posiciones semejantes o próximas. En un grupo se integró el 25% aproximadamente que tenía una aptitud mayor y en el otro el 25% de los alumnos que tenían baja aptitud en el tipo de inteligencia - general, razonamiento abstracto, aptitud verbal, aptitud numérica y aptitud espacial - que se estudia. Introducimos en el experimento una nueva variable, la metodología aplicada en su triple modalidad: tradicional, cooperativo y tic. En todo caso, en las correspondientes tablas se introducirá el resultado del grupo total - la media - que había cosechado para comparar el dato general con los resultados logrados por los alumnos de aptitud mayor y de menor aptitud.

### 8.2.1.- Resultados en función de la inteligencia general.

En este primer caso, se toman en consideración lo siguiente: 1) se parte de la media de las preguntas en general como dato, 2) el 25% de alumnos con aptitud mayor tienen una inteligencia general mayor de 74 y 3) el 25% con menor inteligencia general han obtenido menos de 47 puntos.

*a) Media de los resultados* obtenidos por los alumnos en función de la inteligencia general que poseen y el escenario metodológico en que se integran.

**TABLA 43 : DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA GENERAL DEL TEST EN GENERAL.**

<b>Datos según la inteligencia general del test en general.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>IG mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>IG menor que 47</b>
<b>Tradicional</b>	51%	41%	35%
<b>Cooperativo</b>	68%	62%	56%

<b>Tic</b>	63%	55%	47%
<b>Media</b>	61%	53%	45%

Fuente: Elaboración propia.

Como se percibe en la tabla precedente, los resultados de la media general están en medio entre los datos obtenidos por los de inteligencia general alta y los de inteligencia general baja. Además si nos fijamos en la media de los tres grupos o clases, la media general está justo en medio. Aunque las diferencias en los resultados entre los alumnos del grupo cooperativo y los del tradicional sean notorias no estimamos valorarlas de especial significación.

*b) Los resultados sobre los aspectos conceptuales de la física son los siguientes:*

**TABLA 44: DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA GENERAL DE LA TEORÍA.**

<b>Datos según la inteligencia general de la teoría.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>IG mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>IG menor que 47</b>
<b>Tradicional</b>	57%	54%	47%
<b>Cooperativo</b>	74%	85%	80%
<b>Tic</b>	79%	81%	70%
<b>Media</b>	69%	74%	65%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla precedente se persigue establecer las relaciones entre los resultados obtenidos en la teoría, que suele ser el apartado que resulta más costoso para algunos alumnos, puesto que han de prestar más atención. Por esta razón los resultados son peculiares puesto que los alumnos más dotados prestan escasa atención a las explicaciones del profesor, tienen el convencimiento de que con los problemas y los ejercicios tienen suficiente para sacar una nota satisfactoria en la teoría que, por otra parte, siempre consideran a su alcance mediante el libro de texto. Desde esta hipótesis se torna más comprensible explicar cómo en el grupo cooperativo la nota de teoría es mayor en los alumnos menos dotados, en cambio en los demás existe una diferencia menor que en la media de preguntas del test expuestas en la tabla N° 43. Esta peculiar manera de comportamiento respecto de la teoría ha servido para que la diferencia entre los grupos disminuya.

c) Los resultados obtenidos de la elaboración de los ejercicios se ofrecen en la tabla siguiente:

**TABLA 45: DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA GENERAL EN LOS EJERCICIOS.**

<b>Datos según la inteligencia general en los ejercicios.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>IG mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>IG menor que 47</b>
<b>Tradicional</b>	50%	32%	22%
<b>Cooperativo</b>	72%	67%	72%
<b>Tic</b>	55%	66%	58%
<b>media</b>	69%	55%	50%

Fuente: Elaboración propia.

En relación con los ejercicios, los datos de la tabla precedente muestra algunos asuntos interesantes: 1) es sorprendente la diferencia tan llamativa existente entre los resultados del grupo tradicional y de los otros. 2) en los grupos cooperativo y tic no hay diferencia en los resultados obtenidos por los alumnos de inteligencia general alta y los de inteligencia general baja. 3) es obvio que las metodologías aplicadas han favorecido a los que tienen mayor capacidad en la obtención de un mejor resultado y a los que tienen menor capacidad les han posibilitado unos resultados muy superiores, que anulan las diferencias provenientes de su diferente capacidad.

d) resultados sobre la resolución de los problemas en función de la inteligencia y del enfoque metodológico

**TABLA 46: DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA GENERAL EN LOS PROBLEMAS.**

<b>Datos según la inteligencia general en los problemas.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ig mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>ig menor que 47</b>
<b>tradicional</b>	50%	41%	37%
<b>cooperativo</b>	65%	55%	41%
<b>tic</b>	51%	42%	36%
<b>media</b>	56%	46%	38%

Fuente: Elaboración propia.



En la solución de los problemas existe una notable diferencia entre el grupo cooperativo y los dos restantes. La resolución de los problemas exige actividades que generalmente necesitan más de capacidad. Tal vez si durante un año siguiéramos aplicando estas metodologías podríamos ver cambios, en un tiempo tan limitado es difícil producir un cambio perceptible en la forma de pensar de los alumnos. En este caso, los alumnos con inteligencia general menor del grupo tradicional superan a los mismos del grupo tic. Así como en los otros aspectos se notaban mejorías, por razón de la metodología, en este caso el grupo tradicional y el grupo tic no presentan diferencias especiales. Insisto en que la aplicación de medios audiovisuales durante un periodo de tiempo breve como fue el que duró el experimento no ha sido suficiente para introducir diferencias notorias en la comprensión de los problemas, sí en resultados a corto plazo. En el grupo cooperativo se produce una mejoría de todos, sin embargo también se amplían las diferencias entre los alumnos con distinta aptitud de inteligencia. La explicación pudiera ser debida a que en el grupo cooperativo los alumnos con gran capacidad hubieron de explicar a los de menor capacidad, lo que provoca una mayor facilidad a la hora de resolver los problemas en los más dotados.

#### **8.2.2.- Resultados en función del razonamiento abstracto.**

El análisis en este apartado se ajusta a los resultados hallados por la relación de la variable metodología y el razonamiento abstracto, que posee una estructura lógica muy conveniente y hasta necesaria para la comprensión de los conocimientos teóricos y prácticos de las ciencias físicas. En relación con la capacidad de razonamiento abstracto, el 25% superior logra una puntuación en este tipo de inteligencia por encima de 74, sin embargo en el caso del 25% inferior la puntuación es menor que 36. En las cuatro tablas siguientes se irán mostrando los resultados correspondientes a los datos obtenidos, mediante el test de evaluación, correspondientes a la teoría, a los ejercicios y a los problemas.

##### *a) Resultados del test general según el razonamiento abstracto:*

**TABLA 47: DATOS SEGÚN RAZONAMIENTO ABSTRACTO DEL TEST EN GENERAL.**

<b>Datos según razonamiento abstracto del test en general.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ra mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>ra menor que 36</b>
<b>tradicional</b>	47%	41%	30%
<b>cooperativo</b>	68%	62%	55%
<b>Tic</b>	69%	55%	51%
<b>Media</b>	60%	53%	47%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos por los alumnos, en función del razonamiento abstracto, se ajustan a lo previsto según la capacidad. Sin embargo, parece claro que la introducción de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza – aprendizaje ha cambiado la situación y los alumnos de los grupos cooperativo y tic han obtenido un excelente resultado, muy superior al del grupo tradicional, tanto los de mayor capacidad como los menos dotados.

*b) Resultados sobre los aspectos conceptuales, la teoría, en función de las variables razonamiento abstracto y diferenciación metodológica.*

**TABLA 48: RESULTADOS DE LA TEORÍA SEGÚN EL RAZONAMIENTO ABSTRACTO.**

<b>Resultados de la teoría según el razonamiento abstracto.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ig mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>ig menor que 47</b>
<b>tradicional</b>	59%	54%	58%
<b>cooperativo</b>	74%	85%	80%
<b>Tic</b>	69%	81%	80%
<b>Media</b>	67%	74%	74%

Fuente: Elaboración propia.

Como había pasado con anterioridad, los datos que se muestran en la tabla precedente (Nº 48) al menos tienen cierta apariencia de sorprendentes: las nuevas metodologías parecen resultar decisivas para que los de menor capacidad consigan unos resultados superiores a los de mayor capacidad en el área de los conocimientos teóricos y

que se identifican con la media del grupo entero. Ya hemos consignado con anterioridad algún argumento que contribuye a explicar el hecho de que los alumnos de mayor capacidad, en la materia de física al menos, no suelen ser muy aplicados en los asuntos de la teoría.

*c) Resultados sobre el cumplimiento de los ejercicios:*

**TABLA 49 : RAZONAMIENTO ABSTRACTO Y LOS RESULTADOS SOBRE LOS EJERCICIOS.**

<b>Razonamiento abstracto y los resultados sobre los ejercicios.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>RA mayor que 74</b>	<b>Media general</b>	<b>RA menor que 36</b>
<b>Tradicional</b>	40%	32%	20%
<b>Cooperativo</b>	66%	67%	68%
<b>Tic</b>	52%	66%	63%
<b>Media</b>	53%	55%	54%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, los resultados obtenidos en los ejercicios, por parte de los alumnos que tienen menor capacidad, son elevados de forma considerable sobre los resultados obtenidos por el grupo tradicional. De nuevo hallamos que, los alumnos de menor capacidad, en la evaluación de los ejercicios obtienen unos resultados mejores que los dotados de mayor capacidad. Una vez más reiteramos que, en la elaboración de los ejercicios no necesitan de profundos razonamientos, puesto que en su realización basta con aplicar la fórmula y sustituir los datos. En todo caso, las formas cooperativas y las nuevas tecnologías se manifiestan en la investigación como eficaces instrumentos de mejora de los procesos de enseñanza – aprendizaje para todos, como se observa en la tabla precedente.

*d) Se exponen a continuación los resultados obtenidos por los alumnos en la resolución de los problemas planteados, en función de las dos variables ya mencionadas: el tipo de inteligencia y los diferentes escenarios metodológicos.*

**TABLA 50: RAZONAMIENTO ABSTRACTO Y LOS RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS.**

<b>Razonamiento abstracto y los resultados de los problemas.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ra mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>ra menor que 36</b>
<b>Tradicional</b>	45%	41%	24%
<b>Cooperativo</b>	69%	55%	42%
<b>Tic</b>	62%	42%	38%
<b>Media</b>	58%	46%	36%

Fuente: Elaboración propia.

En la resolución de los problemas, las capacidades intelectuales adquieren una importancia decisiva y, según los datos de la tabla N° 50, es manifiestamente favorable para todos la diferencia que produce la metodología aplicada, hasta para los de menor capacidad del grupo ‘tic’, que obtienen en este caso unos resultados próximos a los de la media del curso. Además se puede concluir que los resultados de las metodologías – aprendizaje cooperativo y medios audiovisuales – favorecen a los más dotados y a los menos dotados ya que la diferencia ronda el 75% de mejora respecto del grupo tradicional.

### **8.2.3.- Resultados en función de la aptitud verbal.**

En las cuatro siguientes tablas, el análisis de los resultados atiende a la aptitud verbal de los alumnos, relacionándola con los nuevos métodos de los procesos de enseñanza – aprendizaje con que experimentamos en la investigación. La inteligencia lingüística, en este caso, se refiere a la capacidad de los alumnos para comunicarse o transmitir, mediante las respuestas del lenguaje oral o escrito. En este caso sólo va a ser escrito, las respuestas que se le piden en el test de evaluación.

*a) En general, la aptitud verbal por encima de 74 engloba al 25% superior del curso y la aptitud verbal por debajo de 46 incluye al 25% más bajo del curso.*

**TABLA 51: DATOS SEGÚN LA APTITUD VERBAL DEL TEST EN GENERAL.**

<b>Datos según la aptitud verbal del test en general.</b>			
<b>grupo</b>	<b>av mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>av menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	48%	41%	33%
<b>cooperativo</b>	69%	62%	47%
<b>Tic</b>	69%	55%	45%
<b>Media</b>	61%	53%	41%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del test en general en el que se revisa el resultado de las 20 preguntas realizadas, los resultados ponen de manifiesto que las diferencias halladas entre los alumnos de mejor o peor aptitud verbal, tanto en el grupo cooperativo como en el tic, se hacen más evidentes en el resultado general. A simple vista las nuevas metodologías aparentemente provocan mayores diferencias, pero no entre los alumnos de un mismo grupo sino entre los alumnos de grupos metodológicos diferentes. La necesidad de revisar el problema acentúa la urgencia de cambiar de procedimiento puesto que los datos dentro del grupo, en términos de proporción siguen siendo exactamente iguales. Es una conclusión optimista pero bastante real, en mi parecer, que con las nuevas metodologías puestas en práctica mejoran todos y proporcionalmente mejoran de manera igual los de mejor y los de peor aptitud, por tanto los nuevos métodos didácticos se evidencian como muy positivos.

*b) El análisis de las relaciones entre aptitud verbal y la teoría a estudiar en el área de las Ciencias Físicas (Tabla N° 52) ofrece unas similares respuestas a las percibidas en los casos precedentes ya expuestos. .*

**TABLA 52: DATOS SEGÚN LA APTITUD VERBAL DE LA TEORÍA.**

<b>Datos según la aptitud verbal de la teoría.</b>			
<b>grupo</b>	<b>av mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>av menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	60%	54%	49%
<b>cooperativo</b>	70%	85%	74%

<b>tic</b>	86%	81%	57%
<b>media</b>	71%	74%	59%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del grupo tradicional y del grupo tic se observa una diferencia notoria entre los de mejores y los de peores aptitudes, sin embargo, lo más importante resulta la aplicación de nuevas metodologías que logran que todos los alumnos obtengan resultados mucho más positivos en las áreas cooperativas y tic que en el ámbito del método tradicional.

*c) Respecto de las relaciones entre la aptitud verbal y los ejercicios (Tabla N° 53):*

**TABLA 53: DATOS SEGÚN LA APTITUD VERBAL EN LOS EJERCICIOS.**

<b>Datos según la aptitud verbal en los ejercicios.</b>			
<b>grupo</b>	<b>av mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>av menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	43%	32%	21%
<b>cooperativo</b>	75%	67%	57%
<b>tic</b>	68%	66%	55%
<b>media</b>	61%	55%	43%

Fuente: Elaboración propia.

Las nuevas metodologías didácticas aplicadas han mostrado una vez más la mejora sustancial en los resultados obtenidos por todos los alumnos que han seguido las nuevas técnicas aplicadas al aprendizaje. Sin embargo, también queda en evidencia la prueba de los efectos de la aptitud: las diferencias consiguientes a los distintos grados de capacidad verbal, se mantienen en el mismo nivel de diferencia respecto de la media del curso, los de peor capacidad están un 10% por debajo y los de mayor capacidad están un poco por encima de la media.

*d) En la tabla siguiente (N°54.) se exponen los resultados sobre la resolución de los problemas, en función de las capacidades lingüísticas y de los grupos metodológicos de pertenencia.*

**TABLA 54: DATOS SEGÚN LA APTITUD VERBAL EN LOS PROBLEMAS.**

<b>Datos según la aptitud verbal en los problemas.</b>			
<b>grupo</b>	<b>av mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>av menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	45%	41%	32%
<b>cooperativo</b>	68%	55%	36%
<b>Tic</b>	55%	42%	37%
<b>media</b>	55%	46%	35%

Fuente: Elaboración propia.

No cabe duda que las nuevas metodologías aplicadas tienen un gran efecto positivo en los alumnos con buena inteligencia verbal. Tan positivos resultados no han alcanzado a los alumnos con peor dotación de aptitud verbal. Para estos alumnos parece que ha sido indiferente la metodología aplicada. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que, a veces, la dificultad viene no solo de sus limitaciones para entender los enunciados de los problemas, sino que como veremos más adelante, los de menor aptitud verbal también son los de menor capacidad en otras inteligencias.

#### **8.2.4.- Resultados en función de la aptitud numérica.**

La presentación de los datos y la interpretación de las tendencias sobre la aptitud numérica centran el análisis de las tablas siguientes. Es obvio que la aptitud numérica guarda unas relaciones de mayor proximidad con la teoría, los ejercicios y los problemas de las Ciencias Físicas en general y en particular con las partes de esta materia que suelen cursarse en los estudios de educación secundaria. En el grupo de estudio, el 25% superior en esta capacidad son los alumnos que tienen más de 74 puntos y el 25% inferior son los que tiene por debajo de 41 en esta habilidad.

*a) En la tabla siguiente (N° 55.) se manifiestan los resultados del test sobre la aptitud numérica en general:*

**TABLA 55: DATOS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA DEL TEST EN GENERAL.**

<b>Datos según la aptitud numérica del test en general.</b>			
<b>grupo</b>	<b>an mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>an menor que 41</b>
<b>tradicional</b>	51%	41%	39%
<b>cooperativo</b>	70%	62%	56%
<b>tic</b>	66%	55%	51%
<b>Media</b>	61%	53%	48%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la aptitud numérica, los porcentajes manifiestan claramente que las nuevas metodologías mejoran el resultado de los grupos cooperativo y tic respecto de los resultados del grupo tradicional tanto en los de mejor dotación como en los de peor aptitud numérica. También es reiterativo que los alumnos con mayor capacidad obtienen un resultado en el test mejor que los alumnos con menor capacidad independientemente de la metodología aplicada, es decir, la metodología, en este caso, no evita las diferencias existentes entre los alumnos.

*b) Atendiendo a la teoría (Tabla N° 56.), la aptitud numérica acentúa la existencia de una mayor diferencia en los resultados, como se aprecia en la tabla siguiente.*

**TABLA 56: DATOS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA DE LA TEORÍA.**

<b>Datos según la aptitud numérica de la teoría.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>an mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>an menor que 41</b>
<b>Tradicional</b>	52%	54%	53%
<b>Cooperativo</b>	81%	85%	68%
<b>Tic</b>	90%	81%	77%
<b>Media</b>	71%	74%	66%

Fuente: Elaboración propia.

Los de mayor capacidad obtienen resultados sensiblemente mejores que los de menor capacidad, sin embargo los del grupo tradicional son prácticamente iguales. En función de la aplicación de la metodología del aprendizaje cooperativo o de la aplicación de las TIC, los resultados de todos los alumnos mejoran muy sensiblemente ante



las cuestiones presentadas sobre la teoría. Es preciso destacar que los alumnos con mejores capacidades numéricas mejoran muchísimo el resultado con respecto a los del grupo tradicional, lo que convierte la variable metodológica como causante principal de la modificación de los resultados.

*c) Resultados en relación con los ejercicios*

**TABLA 57: DATOS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA EN LOS EJERCICIOS.**

<b>Datos según la aptitud numérica en los ejercicios.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ig mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>ig menor que 47</b>
<b>tradicional</b>	50%	32%	22%
<b>cooperativo</b>	72%	67%	72%
<b>Tic</b>	55%	66%	58%
<b>Media</b>	69%	55%	50%

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos de la tabla precedente, en el grupo tradicional, los resultados de los alumnos con buenas capacidades numéricas presentan grandes diferencias respecto de los alumnos cuyas habilidades son más limitadas. No obstante, cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje se lleva a cabo en escenarios metodológicos de cooperación o de recreación de las nuevas tecnologías, las diferencias originadas por las mejores o peores capacidades de cálculo numérico desaparecen en los ejercicios sencillos hasta una equiparación de resultados, como muestran los datos de la tabla precedente.

*d) Respecto de los problemas en su relación con la aptitud numérica*, los resultados se ofrecen en la tabla siguiente (Nº 58). Como ya se ha indicado en alguna ocasión anterior, en cuanto a los resultados sobre la resolución de problemas, las diferencias entre los alumnos se relacionan más con las capacidades que con las metodologías, en especial para los alumnos con menor habilidad, que logran unos resultados bajos, salvo los del grupo cooperativo que llegan a acercarse mucho a la media de la clase e incluso superan la media del curso. En cuanto a los de mejores aptitudes, tienen un resultado similar siendo un poco mejor el grupo cooperativo.

**TABLA 58: DATOS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA EN LOS PROBLEMAS.**

<b>Datos según la aptitud numérica en los problemas.</b>			
<b>grupo</b>	<b>an mayor que 74</b>	<b>media general</b>	<b>an menor que 41</b>
<b>tradicional</b>	54%	41%	41%
<b>cooperativo</b>	66%	55%	52%
<b>tic</b>	57%	42%	35%
<b>media</b>	59%	46%	42%

Fuente: Elaboración propia.

**8.2.5.- Resultados en función de la inteligencia espacial.**

En el siguiente apartado se va a prestar atención a las diferencias producidas en los resultados, tomando en cuenta la inteligencia espacial, en ocasiones imprescindible para los razonamientos abstractos y para resolver determinados problemas. En el grupo experimental el 25% superior tiene una aptitud espacial por encima de 84 y el 25% inferior una aptitud espacial por debajo de 46, por tanto es la diferencia mayor que hemos estudiado y puede ser de interés ver si tiene repercusión inmediata en los resultados.

*a) Los resultados del test general según la inteligencia espacial:*

**TABLA 59 : DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA ESPACIAL DEL TEST EN GENERAL.**

<b>Datos según la inteligencia espacial del test en general.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ie mayor que 84</b>	<b>media general</b>	<b>ie menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	47%	41%	35%
<b>cooperativo</b>	68%	62%	54%
<b>Tic</b>	62%	55%	49%
<b>Media</b>	57%	53%	47%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados generales del test, en los alumnos con mayor aptitud espacial, son mejores que la media y los de menor son peores que la media, es decir lo previsto. Pare-

ce consolidarse una cierta tendencia de que las diferencias entre los resultados guardan notorias dependencias respecto de la metodología aplicada.

*b) En la tabla siguiente se persigue el conocimiento de la relación entre inteligencia espacial y la teoría que se explica en las Ciencias Físicas en el nivel de la Enseñanza Secundaria Obligatoria.*

**TABLA 60: DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA ESPACIAL DE LA TEORÍA.**

<b>Datos según la inteligencia espacial de la teoría.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ie mayor que 84</b>	<b>media general</b>	<b>ie menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	57%	54%	47%
<b>cooperativo</b>	74%	85%	80%
<b>Tic</b>	79%	81%	70%
<b>media</b>	69%	74%	65%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, las metodologías cooperativa y tic hacen que el resultado de los que tienen menor capacidad mejore enormemente llegando a estar incluso cerca de la media. Sin embargo, en el caso de los que poseen mejores aptitudes de inteligencia espacial no se percibe una mejoría tan significativa. Tal vez hayamos de volver a la ya mencionada explicación general de que los alumnos con gran capacidad no desarrollan especial esfuerzo en el estudio de la teoría.

*c) La relación entre inteligencia espacial y los ejercicios de las Ciencias Físicas (Tabla Nº 61) programados en la ESO muestran algunas peculiaridades a reseñar: Los alumnos de más limitadas capacidades espaciales logran un resultado superior a la media del curso, si bien inferior a la media de su clase. Es destacable, sin embargo, que los alumnos con inteligencia espacial menor en el grupo cooperativo y el grupo tic obtengan unos resultados muy cercanos a los de la media. Una vez más, se muestra con contundencia cómo las nuevas metodologías practicadas pueden ser útiles para disminuir las diferencias existentes por razón de las habilidades intelectuales que poseen los alumnos.*

**TABLA 61 : DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA ESPACIAL EN LOS EJERCICIOS.**

<b>Datos según la inteligencia espacial en los ejercicios.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ie mayor que 84</b>	<b>media general</b>	<b>ie menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	44%	32%	21%
<b>cooperativo</b>	73%	67%	62%
<b>Tic</b>	62%	66%	58%
<b>Media</b>	57%	55%	47%

Fuente: Elaboración propia.

*d) Resultados respecto de las relaciones entre inteligencia espacial y la resolución de problemas de las Ciencias Físicas en la ESO y la diversidad metodológica.*

**TABLA 62 : DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA ESPACIAL EN PROBLEMAS.**

<b>Datos según la inteligencia espacial en problemas.</b>			
<b>grupo</b>	<b>ie mayor que 84</b>	<b>media general</b>	<b>ie menor que 46</b>
<b>tradicional</b>	45%	41%	36%
<b>cooperativo</b>	64%	55%	44%
<b>tic</b>	48%	42%	36%
<b>media</b>	51%	46%	40%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 62 son de suficiente elocuencia: parece afianzarse la tendencia ya expuesta anteriormente, en la resolución de los problemas de la física es determinante la capacidad del alumno. Sin embargo, las nuevas metodologías no son absolutamente decisivas a la hora de afrontar las soluciones de estos tipos de problemas, si bien en el grupo cooperativo los alumnos obtienen mejores resultados que los integrados en los otros escenarios metodológicos.

### 8.3.- Los tipos de inteligencia y la metodología.

Este apartado se dedica a la generación de conocimientos mediante el artificio de establecer la comparación de las medias de los alumnos más aventajados en los distintos tipos de inteligencia con las medias de los alumnos menos aventajados en dichos tipos, exponiendo los resultados por el orden que venimos siguiendo en los apartados precedentes: primero se presentan los datos correspondientes al test en general, luego los de la teoría, a continuación los resultados de los ejercicios y por último los resultados de los problemas. En todo caso, como suele hacerse a lo largo del presente capítulo, tales resultados se relacionan a su vez con la diversidad de escenarios metodológicos para avanzar en el conocimiento de los objetivos planteados en la investigación. En una única tabla se exponen los datos obtenidos en función de los diversos tipos de inteligencias y relacionados con la variable del tipo metodológico.

#### 8.3.1.- Comparación de los resultados en función de las variables: tipos de inteligencia y escenarios metodológicos.

*a) Los resultados del test en general* se presentan en la tabla que sigue (Nº 63). Los alumnos con mayores capacidades logran mejores resultados en cualquiera de las inteligencias estudiadas en las tres metodologías. No cabe duda de la existencia de la relación entre el resultado del test y la inteligencia, como asimismo resulta interesante comprobar que los resultados obtenidos en un contexto metodológico nuevo superan siempre los resultados del grupo que funciona con una metodología tradicional.

**TABLA 63: RESULTADOS DEL TEST EN GENERAL**

Resultados del test en general						
	Inteligencia	IG	RA	AV	AN	AE
<b>Tradicional</b>	Mayor	51%	47%	48%	51%	47%
	Menor	35%	30%	33%	39%	35%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	68%	65%	69%	70%	68%
	Menor	56%	55%	47%	56%	54%
<b>Tic</b>	Mayor	63%	69%	69%	66%	62%
	Menor	47%	51%	45%	51%	49%

Fuente: Elaboración propia.

La perspectiva de análisis de las diferencias ha de hacerse atendiendo a los intervalos de diferenciación, puesto que no es lo mismo que haya una diferencia de 14 puntos cuando los valores son 70 y 56 que si los valores son menores.

1ª) Teniendo en cuenta este supuesto, se puede afirmar con la mayor coherencia que las diferencias en los resultados que se obtienen de la aplicación de las diversas metodologías entre los alumnos más y menos aventajados es notoria. Esto corrobora el primer apartado sobre la relación entre inteligencia, puntuación de los alumnos y metodología.

2ª) La diferencia mayor se da en la aptitud verbal o inteligencia verbal, lo que ya sucedió al estudiar la relación entre inteligencia y puntuación, después las diferencias son muy significativas porque ninguna es inferior al 10%.

3ª) Centrando el análisis en el método se observa que en el *escenario de una metodología tradicional* las diferencias se mueven entre 12 y 17 puntos sobre 50 puntos que tienen los alumnos de mayor capacidad; los *resultados del grupo cooperativo* se diferencian entre 10 y 22 puntos sobre unos 68 puntos de media de los alumnos con mayor inteligencia; en el caso del *grupo tic*, la diferencia oscila entre 13 y 18 puntos sobre 65 puntos de media. Por tanto, las diferencias son similares en los tres casos.

**b) Los resultados obtenidos en la teoría.** Los resultados obtenidos sobre las preguntas de teoría se exponen en la tabla siguiente:

**TABLA 64: RESULTADOS DE LA TEORÍA**

Resultados de la teoría						
	Inteligencia	IG	RA	AV	AN	AE
<b>Tradicional</b>	Mayor	57%	59%	60%	52%	57%
	Menor	47%	58%	49%	53%	47%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	74%	74%	70%	81%	74%
	Menor	80%	80%	74%	68%	80%
<b>Tic</b>	Mayor	79%	69%	86%	90%	79%
	Menor	70%	80%	57%	77%	70%

Fuente: Elaboración propia.

Los alumnos de mayor capacidad tienen mejores resultados en líneas generales, sin embargo sorprenden los resultados de la teoría en relación con el razonamiento abstracto: en los escenarios metodológicos cooperativo y tic, los de menor capacidad superan a los de más capacidad y el caso del aprendizaje tradicional sólo en un 1% los alumnos de mayor capacidad son mejores. De los datos habidos se infiere que el aprendizaje cooperativo disminuye sensiblemente las diferencias y las invierte en el caso de la teoría en todos los tipos de inteligencia a excepción de la espacial. En el escenario metodológico tradicional, las diferencias son menores mientras se amplían en el grupo ‘tic’ y de manera llamativa en el caso de la aptitud verbal en que la diferencia alcanza el 29 %, ésta es la que se podría decir que tiene más relación con la teoría.

*c) Los resultados de los ejercicios* se presentan en la tabla que sigue:

**TABLA 65: RESULTADOS DE LOS EJERCICIOS**

Resultados de los ejercicios						
	Inteligencia	IG	RA	AV	AN	AE
<b>Tradicional</b>	Mayor	50%	40%	43%	50%	44%
	Menor	22%	20%	21%	22%	21%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	72%	66%	75%	72%	73%
	Menor	72%	68%	57%	72%	62%
<b>Tic</b>	Mayor	55%	52%	68%	55%	62%
	Menor	58%	63%	55%	58%	58%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los resultados de los ejercicios, los mejores resultados los obtienen los alumnos en el escenario metodológico cooperativo, en cuya situación además la diferencia de resultados entre el grupo más competente y el de menos competencia disminuyen hasta casi desaparecer e invertirse como en el caso del razonamiento abstracto.

El grupo que actúa en el escenario metodológico tradicional obtiene los peores resultados y las diferencias, entre los resultados obtenidos por el grupo más capacitado y el que menos, crecen de forma contundente: son más de veinte puntos los que los separan en todos los tipos de inteligencia. En el escenario metodológico ‘Tic’ mejoran

tanto los alumnos más dotados como los menos dotados y las diferencias sin ser tan leves como las del escenario cooperativo, son realmente exiguas hasta invertirse el resultado con el razonamiento abstracto y con la aptitud numérica.

Del análisis de los datos obtenidos y de las interpretaciones previas que se han hecho, parece que pueden inferirse algunas provisionales conclusiones: 1ª) el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje utilizando medios audiovisuales estimulan el esfuerzo de todos y minimizan las diferencias entre los alumnos más y menos capacitados. 2ª) Las diferencias más notables se producen en los casos de las inteligencias verbal y espacial. 3ª) El escenario metodológico tradicional en relación con los resultados de los ejercicios no ha conseguido estimular el esfuerzo ni de unos ni de otros y las diferencias son elevadas y generalizadas a todos los tipos de inteligencia.

**d) Los resultados de los problemas.** Los resultados de los problemas en función de las diferentes tipos de inteligencias se muestran en la tabla siguiente:

**TABLA 66: RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS**

Resultados de los problemas						
	Inteligencia	IG	RA	AV	AN	AE
<b>tradicional</b>	Mayor	50%	45%	45%	54%	45%
	Menor	37%	24%	32%	41%	36%
<b>cooperativo</b>	Mayor	65%	69%	68%	66%	64%
	Menor	41%	42%	36%	52%	44%
<b>Tic</b>	Mayor	51%	62%	55%	57%	48%
	Menor	36%	38%	37%	35%	36%

Fuente: Elaboración propia.

En líneas generales, los resultados de los problemas presentan las diferencias más llamativas en las tres metodologías y en relación con los tipos de inteligencias.

1ª) En los escenarios metodológicos las diferencias son bastante semejantes: en el grupo tradicional las diferencias varían entre 9 y 23 puntos sobre una media de los alumnos aventajados de 50; en el grupo cooperativo las diferencias están entre 14 y 32 puntos sobre una media de 67; en el grupo tic las diferencias están entre 12 y 24 puntos sobre una media de 55.



2ª) Ante estos resultados se puede verificar que la inteligencia, en igualdad de otras condiciones, es el factor más decisivo a la hora de resolver problemas de física. En el caso del aprendizaje cooperativo se produce una influencia positiva en ambos grupos de alumnos, si bien es más significativa respecto de los alumnos más dotados que sobre los menos dotados. En el grupo tic, en cambio, las nuevas metodologías no ejercen gran influencia de mejora en los alumnos menos dotados pero es notoria en los de mayor aptitud.

3ª) En relación con los tipos de las inteligencias que provocan una mayor diferencia se constata que la aptitud verbal produce notables diferencias en la parte de teoría, ejercicios y problemas en las tres metodologías. En relación con los problemas las más altas diferencias se producen en el área del razonamiento abstracto, en menor medida en la aptitud numérica y en la aptitud espacial.

### 8.3.2.- Comparación del grupo de los alumnos de mayor inteligencia con la media del grupo

*a) Resultados entre los alumnos con mayor inteligencia con la media del grupo:*

**TABLA 67 : COMPARACIÓN ENTRE LOS DE INTELIGENCIA GENERAL MÁS ALTA Y LA MEDIA DEL GRUPO**

Comparación entre los de inteligencia general más alta y la media del grupo					
	Inteligencia	Test completo	Teoría	Ejercicios	Problemas
<b>Tradicional</b>	Mayor	50%	58%	40%	54%
	Media grupo	41%	55%	31%	41%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	79%	69%	87%	78%
	Media grupo	62%	79%	68%	58%
<b>Tic</b>	Mayor	69%	69%	51%	62%
	Media grupo	55%	76%	65%	42%

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias más significativas son las siguientes: en el caso de la teoría se consolida la tendencia de la inversión: los alumnos mejor dotados obtienen peores resultados de puntuación que la media en el grupo cooperativo y en el tic. Similar inversión

se produce en el grupo tic en el área de los ejercicios. Las diferencias más significativas en la puntuación de los alumnos se manifiestan en el área de los problemas.

b) *Los resultados en función de la variable, razonamiento abstracto*, se presentan en la tabla que sigue:

**TABLA 68: COMPARACIÓN ENTRE LOS DE RAZONAMIENTO ABSTRACTO MÁS ALTO Y LA MEDIA DEL GRUPO**

<b>Comparación entre los de razonamiento abstracto más alto y la media del grupo</b>					
	Inteligencia	Test completo	Teoría	Ejercicios	Problemas
<b>Tradicional</b>	Mayor	52%	53%	55%	50%
	Media grupo	41%	55%	31%	41%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	72%	70%	74%	71%
	Media grupo	62%	79%	68%	58%
<b>Tic</b>	Mayor	69%	68%	52%	62%
	Media grupo	55%	76%	65%	42%

Fuente: Elaboración propia.

En función de la variable, razonamiento abstracto, se repite la inversión de resultados en el área de la teoría física, los alumnos del grupo más capacitado obtiene menor puntuación que la media del grupo. La diferencia más acusada, 24 puntos, se produce en el grupo de metodología tradicional, en la parte correspondiente a los ejercicios. En el área de los problemas las diferencias son muy significativas en favor del grupo de mayor capacidad.

b) *Los resultados en función de la variable inteligencia verbal* se presentan en la tabla que sigue

**TABLA 69: COMPARACIÓN ENTRE LOS DE INTELIGENCIA VERBAL MÁS ALTA Y LA MEDIA DEL GRUPO**

<b>Comparación entre los de inteligencia verbal más alta y la media del grupo</b>					
	Inteligencia	Test completo	Teoría	Ejercicios	Problemas
<b>Tradicional</b>	Mayor	48%	59%	40%	47%
	Media grupo	41%	55%	31%	41%
<b>Cooperativo</b>	Mayor	66%	80%	66%	66%
	Media grupo	62%	79%	68%	58%
<b>Tic</b>	Mayor	69%	83%	69%	53%
	Media grupo	55%	76%	65%	42%

Fuente: Elaboración propia.

La variable, inteligencia verbal, produce resultados normales en todos los ítems hasta en la teoría, en todo caso son diferencias escasamente significativas. En el caso de los ejercicios tampoco se manifiestan diferencias relevantes y en el área de los problemas sí hay diferencias pero menores que en casos anteriormente analizados. De hecho la media de los problemas de estos alumnos es la más baja de las estudiadas hasta ahora, algo similar a la media de los ejercicios que también aparece un poco disminuida.

*d) Los resultados en función de la variable aptitud numérica* se presentan en la tabla que sigue

**TABLA 70 : COMPARACIÓN ENTRE LOS DE APTITUD NUMÉRICA MÁS ALTO Y LA MEDIA DEL GRUPO**

<b>Comparación entre los de aptitud numérica más alto y la media del grupo</b>					
	inteligencia	test completo	teoría	ejercicios	problemas
<b>tradicional</b>	mayor	51%	52%	46%	54%
	media grupo	41%	55%	31%	41%
<b>cooperativo</b>	mayor	71%	74%	80%	68%
	media grupo	62%	79%	68%	58%
<b>tic</b>	mayor	69%	100%	62%	58%
	media grupo	55%	76%	65%	42%

Fuente: Elaboración propia.

Se puede afirmar que la variable, aptitud numérica, presenta algunas peculiaridades: en el área de teoría se constata en primer término y una vez más, la inversión de resultados en el grupo tradicional y la diferencia más llamativa en el grupo tic. En el área de los problemas y de los ejercicios parece tener cierta influencia esta capacidad, produciendo unas diferencias relativamente significativas en todos los casos.

*e) Los resultados en función de la variable, inteligencia espacial,* se presentan en la tabla que sigue:

**TABLA 71 : COMPARACIÓN ENTRE LOS DE INTELIGENCIA ESPACIAL MÁS ALTO Y LA MEDIA DEL GRUPO**

<b>Comparación entre los de inteligencia espacial más alto y la media del grupo</b>					
	inteligencia	test completo	teoría	ejercicios	problemas
<b>tradicional</b>	mayor	45%	67%	37%	40%
	media grupo	41%	55%	31%	41%
<b>cooperativo</b>	mayor	75%	75%	78%	71%
	media grupo	62%	79%	68%	58%
<b>Tic</b>	mayor	58%	63%	67%	45%
	media grupo	55%	76%	65%	42%

Fuente: Elaboración propia.

Parece que en este tipo de inteligencia no se manifiestan especiales influencias sobre los problemas, las diferencias son exiguas, a excepción del grupo cooperativo. Se consolida la tendencia de la inversión de resultados en el área de la teoría en el grupo cooperativo, en el que no aumenta la diferencia del test en general. De hecho son las puntuaciones más bajas en esta parte del test por debajo de la inteligencia verbal.

### **8.3.3.- Combinación de tipos de inteligencias con los diversos métodos.**

Procedemos ahora a combinar diversos factores de la inteligencia y analizar las diferencias de los resultados en función de los pares de tipos de inteligencia. Comenzamos combinando el efecto de dos tipos de inteligencia que suelen ser considerados de-

terminantes en la física: el razonamiento abstracto y la capacidad de cálculo numérico. Se seleccionó para esta perspectiva el 20% de los alumnos que manifestaron mayores capacidades y el 20% que se manifestó inferior en estas habilidades. En el 20 % superior se integraron aquellos alumnos cuya puntuación estuvo por encima de los 69 puntos en las dos habilidades y en el otro grupo los que habían obtenido una puntuación inferior a 46 puntos en ambas habilidades.

*a) Los resultados del Test en función de la aptitud numérica y el razonamiento abstracto* se presentan en la tabla siguiente

**TABLA 72: DATOS DEL TEST EN GENERAL SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA Y EL RAZONAMIENTO ABSTRACTO.**

<b>Datos del test en general según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 70</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	50%	41%	30%
<b>Cooperativo</b>	72%	62%	56%
<b>Tic</b>	76%	55%	47%
<b>Media</b>	65%	53%	47%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla manifiestan que la metodología cooperativa y tic favorecen el esfuerzo en el grupo de los más capacitados sin que ello aumente sensiblemente las diferencias con el grupo menos capacitado. En el grupo tradicional se produce la mayor distancia del grupo menos dotado respecto de la media. En el escenario metodológico cooperativo disminuyen sensiblemente las diferencias que separan un grupo de otro. En todo caso es manifiesta la influencia metodológica y la de la inteligencia.

*b) Los resultados de la teoría en función de las variables aptitud numérica y razonamiento abstracto* se presentan en la tabla que sigue:

**TABLA 73: DATOS DE LA TEORÍA SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA Y EL RAZONAMIENTO ABSTRACTO.**

<b>Datos de la teoría según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 69</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	56%	54%	42%
<b>Cooperativo</b>	78%	85%	71%
<b>Tic</b>	100%	81%	77%
<b>Media</b>	74%	74%	68%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, teniendo en cuenta las facultades que influyen más directamente en el aprendizaje de la física teórica, la diferencia entre los de mayor aptitud y los de menor aptitud son notorias en el caso del grupo tradicional, en los otros dos casos las diferencias disminuyen. Por tanto, las metodologías aplicadas han servido en este caso para que haya menores diferencias debido a las desiguales capacidades.

*c) Resultados de los ejercicios, en función de los tipos de inteligencia, aptitud numérica y razonamiento abstracto*, se presentan en la tabla siguiente

**TABLA 74: DATOS DE LOS EJERCICIOS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA Y EL RAZONAMIENTO ABSTRACTO.**

<b>Datos de los ejercicios según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto .</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 69</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	45%	32%	17%
<b>Cooperativo</b>	82%	67%	73%
<b>Tic</b>	62%	66%	65%
<b>Media</b>	65%	55%	58%

Fuente: Elaboración propia.

Sobresale en la tabla precedente la influencia de las metodologías aplicadas: en el caso del grupo tradicional, los resultados de los ejercicios son preocupantes, sin embargo en los otros grupos los resultados son buenos y similares a la media del grupo. A

la luz de los datos hallados en el experimento y que vamos exponiendo se puede inferir que la metodología tradicional hace que aumenten las diferencias entre los alumnos con capacidades y los alumnos con pocas capacidades para las ciencias. En cambio, en el grupo cooperativo la capacidad de estímulo del método aproxima los resultados de los grupos desiguales.

**d) Resultados de los problemas según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto:**

**TABLA 75: DATOS DE LOS PROBLEMAS SEGÚN LA APTITUD NUMÉRICA Y EL RAZONAMIENTO ABSTRACTO.**

<b>Datos de los problemas según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 69</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	50%	41%	33%
<b>Cooperativo</b>	66%	55%	44%
<b>Tic</b>	66%	42%	29%
<b>Media</b>	60%	46%	35%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los problemas de la física, se percibe con claridad que los alumnos con pocas capacidades logran aprender más con el método cooperativo, aunque sus resultados sigan estando por debajo de la media de los alumnos. En cambio las nuevas tecnologías parecen favorecer a los más capacitados en detrimento del grupo de los menos dotados.

**e) Resultados del test en general en función de los tipos de inteligencia verbal y la inteligencia espacial.**

**TABLA 76: DATOS DEL TEST EN GENERAL SEGÚN LA INTELIGENCIA VERBAL Y LA INTELIGENCIA ESPACIAL.**

<b>Datos del test en general según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 70</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	52%	41%	25%
<b>Cooperativo</b>	75%	62%	49%
<b>Tic</b>	66%	55%	34%
<b>Media</b>	64%	53%	37%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de estas dos inteligencias que, en algunos casos, no parecían influir significativamente en los resultados, sin embargo, este cruce hace emerger algunas diferencias incuestionables y aún preocupantes tanto respecto de la media cuanto entre los dos grupos. Los resultados obtenidos manifiestan tendencias similares a las halladas en otros casos ya expuestos de la aptitud numérica y el razonamiento abstracto. El escenario metodológico tradicional parece el menos favorable a los alumnos con menor capacidad y algo semejante sucede en el grupo tic, en que los mejores son fuertemente estimulados por los nuevos procedimientos, pero este estímulo parece llegar muy levemente a los menos dotados.

*f) Los resultados sobre la teoría, en función de los dos tipos de inteligencia, verbal y espacial, se exponen en la tabla siguiente:*

**TABLA 77: DATOS DE LA TEORÍA SEGÚN LA INTELIGENCIA VERBAL Y LA INTELIGENCIA ESPACIAL.**

<b>Datos de la teoría según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 70</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	59%	54%	37%
<b>Cooperativo</b>	74%	85%	70%
<b>Tic</b>	75%	81%	42%
<b>Media</b>	69%	74%	54%

Fuente: Elaboración propia.



Los datos revelan que los alumnos de mayor inteligencia verbal y espacial no logran unas puntuaciones que sobrepasen la media general. Sin embargo en el caso de los alumnos con menores aptitudes, los resultados manifiestan que están claramente por debajo incluso de los datos expuestos en la otra comparación de inteligencias, a excepción del grupo cooperativo. Parece que estas dos inteligencias tienen algo que ver con el aprendizaje de la teoría, estas diferencias causadas por las diferentes capacidades pueden ser superadas por las metodologías aplicadas.

*g) Los resultados obtenidos sobre los ejercicios de la física* en función de los tipos de inteligencia verbal y espacial se ofrecen en la tabla siguiente

**TABLA 78 : DATOS SEGÚN LA INTELIGENCIA VERBAL Y LA INTELIGENCIA ESPACIAL DE LOS EJERCICIOS.**

<b>Datos según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial de los ejercicios.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 70</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	56%	32%	9%
<b>Cooperativo</b>	75%	67%	68%
<b>Tic</b>	54%	66%	35%
<b>Media</b>	63%	55%	38%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los ejercicios sucede algo semejante a lo expuesto en el comentario de la tabla anterior: los de inteligencia verbal y espacial menor tienen especiales dificultades para responder correctamente a los ejercicios de física propuestos. Tales dificultades resultan superiores a las halladas por los alumnos que tenían un nivel bajo de inteligencia lógico-matemática.

*h) Resultados obtenidos sobre los problemas de la física* en función de los tipos de inteligencia verbal y espacial se presentan en la tabla siguiente

**TABLA 79 : DATOS DE LOS PROBLEMAS SEGÚN LA INTELIGENCIA VERBAL Y LA INTELIGENCIA ESPACIAL.**

<b>Datos de los problemas según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial.</b>			
<b>Grupo</b>	<b>Mayor que 70</b>	<b>Media general</b>	<b>Menor que 46</b>
<b>Tradicional</b>	48%	41%	28%
<b>Cooperativo</b>	76%	55%	35%
<b>Tic</b>	55%	42%	25%
<b>Media</b>	60%	46%	30%

Fuente: Elaboración propia.

Son obvias las altas diferencias que se observan en la tabla precedente entre los niveles altos y los niveles bajos de estos tipos de inteligencia. De hecho es prácticamente la misma que en la anterior comparación realizada.

*i) Resultados obtenidos por los alumnos con mejores capacidades según el test de ci en función de las metodologías y en general:*

**TABLA 80 : RESULTADOS DE L TEST DE LOS ALUMNOS CON MEJORES CAPACIDADES DEL GRUPO EN GENERAL.**

<b>Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo en general.</b>				
<b>Inteligencia</b>	<b>General</b>	<b>Teoría</b>	<b>Ejercicios</b>	<b>Problemas</b>
<b>Razonamiento abstracto</b>	58%	69%	60%	54%
<b>Aptitud verbal</b>	55%	67%	52%	52%
<b>Aptitud numérica</b>	68%	62%	74%	69%
<b>Inteligencia espacial</b>	56%	74%	54%	50%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se ve por estos datos, la aptitud numérica tiene mucho que ver con el resultado en general, con el resultado en la parte de ejercicios y de problemas. En cuan-

to a la teoría parece que tiene que ver con la inteligencia espacial. Vamos a ver si esto es cierto comprobándolo con los datos de logrados en cada una de las metodologías.

**TABLA 81: RESULTADOS DE L TEST DE LOS ALUMNOS CON MEJORES CAPACIDADES DEL GRUPO TRADICIONAL.**

<b>Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo tradicional.</b>				
<b>Inteligencia</b>	<b>General</b>	<b>Teoría</b>	<b>Ejercicios</b>	<b>Problemas</b>
<b>Razonamiento abstracto</b>	50%	56%	48%	48%
<b>Aptitud verbal</b>	48%	58%	40%	47%
<b>Aptitud numérica</b>	53%	49%	50%	56%
<b>Inteligencia espacial</b>	45%	67%	37%	40%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, la teoría sigue teniendo que ver con la inteligencia espacial, los ejercicios, problemas y el resultado en general con la aptitud numérica. Esto corrobora lo anterior.

**TABLA 82: RESULTADOS DE L TEST DE LOS ALUMNOS CON MEJORES CAPACIDADES DEL GRUPO COOPERATIVO.**

<b>Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo cooperativo.</b>				
<b>Inteligencia</b>	<b>General</b>	<b>Teoría</b>	<b>Ejercicios</b>	<b>Problemas</b>
<b>Razonamiento abstracto</b>	73%	88%	81%	68%
<b>Aptitud verbal</b>	61%	82%	55%	65%
<b>Aptitud numérica</b>	84%	75%	97%	81%

<b>Inteligencia espacial</b>	75%	75%	78%	71%
------------------------------	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, los resultados son mucho mejores porque es el grupo que ha logrado unos resultados más satisfactorios. Los alumnos que tienen mayor aptitud numérica son los que logran un mejor resultado general, en los ejercicios y en los problemas como ha sucedido en los otros dos casos estudiados anteriormente. En la teoría, el resultado mejor lo consiguen los alumnos que tienen mejor razonamiento abstracto y los de aptitud verbal.

**TABLA 83: RESULTADOS DE L TEST DE LOS ALUMNOS CON MEJORES CAPACIDADES DEL GRUPO TIC.**

<b>Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo tic.</b>				
<b>Inteligencia</b>	<b>General</b>	<b>Teoría</b>	<b>Ejercicios</b>	<b>Problemas</b>
<b>Razonamiento abstracto</b>	66%	88%	70%	60%
<b>Aptitud verbal</b>	63%	67%	71%	48%
<b>Aptitud numérica</b>	78%	88%	85%	61%
<b>Inteligencia espacial</b>	47%	88%	50%	31%

Fuente: Elaboración propia.

En este grupo también sucede que las mejores puntuaciones en la parte de ejercicios y problemas y en general la logran los alumnos con mejores capacidades de aptitud numérica. En la teoría curiosamente la aptitud verbal es la peor. Este dato hay que ponerlo entre comillas porque esta capacidad no es alta en muchos alumnos en este grupo, por tanto puede coincidir. Sin embargo, lo que es habitual en los cuatro casos es que los alumnos con mejores capacidades espaciales y verbales son los que comparados con los mejores en otras capacidades logran un resultado peor en el test en general y, en particular en la parte de ejercicios y problemas

#### **8.4.- Otros análisis de las relaciones entre los resultados y tipos de inteligencia.**

En el presente apartado se sigue, por otros procedimientos, avanzar en el análisis de las influencias de las inteligencias sobre los resultados obtenidos. En la consecución de este objetivo, se procede a la selección de los alumnos que han conseguido una determinada puntuación en un conjunto de cuestiones y se procede a la medición de la inteligencia de esas personas. El resultado se comparará con la media de todos los alumnos del curso. Con este procedimiento se busca la relación entre las concretas preguntas que se proponen y la inteligencia necesaria para resolverlas. El grupo tradicional ha tenido peores resultados en el test de física, esto provoca que si la inteligencia tiene que ver con el resultado del test, la capacidad para sacar una determinada nota tiene que ser mayor en el grupo tradicional que en los demás grupos en los que la media del test fue superior.

Se ha de tener en cuenta que la media del grupo tic es inferior en unos cuatro puntos en el caso de la inteligencia general si se tienen en cuenta todos los alumnos, en cambio la media de los otros grupos es prácticamente igual. Se comienza seleccionando a los alumnos que hayan obtenido más del 50% en el test global.

##### **8.4.1.- Datos de los alumnos en el test.**

Se selecciona a los alumnos que han obtenido una puntuación mayor del 50 % en los resultados del test, que se cruzan con los tipos distintos de inteligencia que venimos utilizando en nuestro análisis: inteligencia general, razonamiento abstracto, inteligencia verbal, aptitud numérica e inteligencia espacial. Se persigue detectar las posibles influencias de estos tipos de inteligencia sobre los resultados frente a una cuestión o un conjunto de cuestiones.

- a) En la tabla siguiente se presentan los resultados de los alumnos que en el Test han obtenido una puntuación superior al 50 %, y la puntuación obtenida en cada tipo de inteligencia:*

**TABLA 84: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST HAN LOGRADO UNA PUNTUACIÓN MAYOR DEL 50%.**

<b>Datos de los alumnos que en el test han logrado una puntuación mayor del 50%.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	69	72	73	68	70
<b>Cooperativo</b>	62	64	66	64	62
<b>Tic</b>	56	47	65	55	65
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

Elegidos los alumnos que sacan más de 5, se puede observar que éstos tienen en términos generales una inteligencia por encima de la media, es cierto que el grupo tradicional como habíamos predicho antes, necesita de mayor capacidad para llegar a esa nota.

*b) Resultados de la teoría en los alumnos con puntuación superior al 70%.*

**TABLA 85: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN LA TEORÍA HAN LOGRADO UNA PUNTUACIÓN MAYOR DEL 70%.**

<b>Datos de los alumnos que en la teoría han logrado una puntuación mayor del 70%.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	66	69	72	48	57
<b>Cooperativo</b>	57	58	59	63	59
<b>Tic</b>	55	47	62	54	65
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

En la teoría, en cambio, las diferencias no son significativas, de hecho el parámetro resumen, que es el de la inteligencia general, ya avisa de que no hay grandes diferencias entre la inteligencia de estos alumnos y la de los alumnos que no sacaron tanta puntuación. Sólo en el caso de la inteligencia verbal se percibe con nitidez la superioridad de los alumnos que obtuvieron estas calificaciones.

*c) Los resultados de los alumnos en los ejercicios, que obtuvieron una puntuación superior al 65 %,*

**TABLA 86 : DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN LOS EJERCICIOS HAN LOGRADO UNA PUNTUACIÓN MAYOR DEL 65%.**

<b>Datos de los alumnos que en los ejercicios han logrado una puntuación mayor del 65%.</b>					
<b>Grupo</b>	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
<b>Tradicional</b>	78	84	75	79	71
<b>Cooperativo</b>	59	59	62	66	61
<b>Tic</b>	54	45	64	52	64
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla precedente, por los datos de los ejercicios se puede ver que las inteligencias de los alumnos que obtuvieron 65% o más, en el caso de la metodología tradicional manifestaron una capacidad superior a la de los otros dos grupos que se aproximan bastante en los resultados. Parece que nuestra suposición de que la inteligencia tiene que ver con el éxito en el test se puede estar confirmando, los alumnos del grupo tradicional vuelven a necesitar de una capacidad mayor para llegar al mismo resultado que los alumnos de los otros grupos.

En la inteligencia verbal, vuelve a ser notoria la diferencia de la puntuación que obtienen los alumnos de estas notas y la media de esta inteligencia al contar con todos los alumnos del curso.

*d) Datos de los alumnos con puntuación superior al 65 % en relación con la resolución de los problemas*

**TABLA 87: DATOS LOS ALUMNOS QUE EN LOS PROBLEMAS HAN LOGRADO UNA PUNTUACIÓN MAYOR DEL 65%.**

<b>Datos los alumnos que en los problemas han logrado una puntuación mayor del 65%.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	64	66	65	70	58
<b>Cooperativo</b>	68	69	71	70	68
<b>Tic</b>	83	80	88	70	85
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, ha de destacarse que los alumnos que consiguen estas puntuaciones son muy pocos en el caso de los problemas, nos estamos quedando con unos pocos alumnos en especial en el grupo tic. Por consiguiente, el dato de este grupo no despierta demasiado interés puesto que está influido por las inteligencias de dos o tres alumnos que hacen que suba mucho la media. Sin embargo, se ha experimentado una subida en la inteligencia de los alumnos que resuelven con éxito los problemas respecto a los números que veíamos en la teoría o en los ejercicios. En especial es significativa la diferencia en aptitud numérica, en inteligencia verbal y en razonamiento abstracto.



#### 8.4.2.- Resultados de preguntas concretas del test y problemas.

El análisis se centra en preguntas concretas del test. Se comienza con los alumnos que han acertado tres ejercicios en los que había que aplicar únicamente la fórmula, no hacía falta ningún cambio de unidades y sí despejar. Son los ejercicios numerados en el test con los números 6, 7 y 9.

*a) Datos sobre los alumnos que resolvieron los tres ejercicios propuestos del Test y los tipos de las inteligencias*

**TABLA 88: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST HAN RESUELTO TRES EJERCICIOS.**

<b>Datos de los alumnos que en el test han resuelto tres ejercicios.</b>					
<b>grupo</b>	inteligencia general	razonamiento abstracto	inteligencia verbal	aptitud numérica	inteligencia espacial
<b>Tradicional</b>	75	82	87	71	73
<b>Cooperativo</b>	62	65	60	71	65
<b>Tic</b>	63	67	73	47	62
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

Para acertar los tres ejercicios hay que tener buena inteligencia general, razonamiento abstracto por encima de la media de una forma destacada y una aptitud numérica que, salvo el sorprendente caso del grupo tic, también debiera ser por encima de la media.

*a') Datos de alumnos que no han resuelto los tres ejercicios del Test propuestos y los tipos de inteligencias*

**TABLA 89 : DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST NO HAN RESUELTO NINGUNO DE LOS TRES EJERCICIOS.**

<b>Datos de los alumnos que en el test no han resuelto ninguno de los tres ejercicios.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	47	49	59	40	40
<b>Cooperativo</b>	69	60	72	55	62
<b>Tic</b>	22	5	39	37	37
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

El error en los tres ejercicios propuestos apunta a una inteligencia por debajo de la media, sin embargo destaca el valor del razonamiento abstracto y de la aptitud numérica que es inferior a la media. De hecho si se hicieran las medias de todos los alumnos que han fallado en estos tres ejercicios, la inteligencia verbal estaría por encima de la media del curso, sin embargo la aptitud numérica estaría 13 puntos por debajo y la inteligencia espacial estaría 17 puntos por debajo. En el razonamiento abstracto también están 5 puntos por debajo.

Con ciertas reservas, se puede inferir la conclusión de que los tipos de inteligencias guardan relaciones fundadas con los resultados en los ejercicios meramente numéricos. A pesar de poseer estos alumnos una inteligencia verbal por encima de la media, tienen su capacidad numérica y espacial muy inferior a la media y erraron en los tres ejercicios. Su razonamiento abstracto estaba por debajo de la media, en cambio el de los alumnos que acertaron los ejercicios estaba bastante por encima de la media.

Por estas razones parece que puede concluirse que los aciertos y errores en los ejercicios manifiestan vínculos próximos con dos tipos de inteligencias: la lógico-matemática y la espacial.

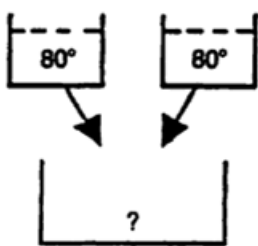
*b) Los resultados de los análisis de los dos apartados del problema 12 que fallaron los alumnos se ofrecen en la tabla siguiente:*

**TABLA 90 : DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST NO HAN RESUELTO EL PROBLEMA 12.**

<b>Datos de los alumnos que en el test no han resuelto el problema 12.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	39	37	54	44	33
<b>Cooperativo</b>	43	43	49	55	42
<b>Tic</b>	45	32	63	40	54
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

En el problema 12 se preguntaba qué pasaría con la temperatura final si hubiera agua en los dos recipientes y si hubiese agua en uno y aceite en otro dada la situación del dibujo.



Los datos de la tabla precedente (Nº 90) muestran que es muy baja la inteligencia referida al razonamiento abstracto, en un nivel medio se halla la inteligencia verbal y ocupan un nivel bajo la aptitud numérica y la inteligencia espacial. Parece quedar claro que no influye la capacidad verbal para resolver este problema, teniendo en cuenta que en los alumnos del experimento esta capacidad obtiene un nivel superior a la media del grupo.

En todo caso, para verificar la precedente conclusión, se procede a presentar a los alumnos estos otros problema para detectar si la inteligencia verbal es importante o no. A continuación presentamos para su estudio y solución el problema 14, que es muy similar al 12, pero cambiando las temperaturas iniciales, ahora son 10° y 70°, ambas sustancias agua. Luego el análisis atenderá especialmente a los tipos de inteligencia de los alumnos que resuelven correctamente el primer apartado del problema 14. No he

escogido el problema 12 por su fácil solución. Lo acertaron la mayoría, casi todos, y por consiguiente la información que nos aportaría sería irrelevante.

c) *Los datos de los alumnos que han resuelto el problema 14 del test se presentan en la tabla que sigue:*

**TABLA 91: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST HAN RESUELTO EL PROBLEMA 14.**

<b>Datos de los alumnos que en el test han resuelto el problema 14.</b>					
<b>grupo</b>	inteligencia general	razonamiento abstracto	inteligencia verbal	aptitud numérica	inteligencia espacial
<b>Tradicional</b>	64	65	63	67	74
<b>Cooperativo</b>	67	68	66	69	68
<b>Tic</b>	72	70	79	55	74
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales los conocimientos que derivamos de los datos de la tabla precedente se sintetizan en los dos siguientes: 1) los datos del grupo tic no han de tenerse en cuenta porque son pocos los alumnos que lo resuelven y en consecuencia serían los datos menos significativos al estar determinados por los valores extremos. 2) Los tipos de inteligencia de los que resuelven el problema estarían por encima de la media, como es el caso del razonamiento abstracto y la aptitud numérica. También es mayor en el caso de la verbal. Hay que tener en cuenta que sólo existen unos dos o tres alumnos que cumplen la condición impuesta de haber resuelto el problema 14.

En la búsqueda de alguna conclusión que pueda aplicarse a la capacidad para resolver problemas y que afecte a los tipos de inteligencia, el doctorando propone realizar un último experimento, que va a consistir en el análisis de los datos de los alumnos que han obtenido una puntuación menor del 30%.

d) *Datos de los alumnos con puntuación inferior al 30% en la solución de problemas*

**TABLA 92: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST HAN LOGRADO UNA PUNTUACIÓN EN LOS PROBLEMAS INFERIOR AL 30%.**

<b>Datos de los alumnos que en el test han logrado una puntuación en los problemas inferior al 30%.</b>					
<b>Grupo</b>	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
<b>Tradicional</b>	38	35	51	44	35
<b>Cooperativo</b>	46	51	40	60	42
<b>Tic</b>	48	34	59	47	63
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los datos mostrados en la tabla precedente, que se refieren a los problemas en general, se puede deducir que los alumnos, a los que les resulta especialmente difícil esta tarea, suelen tener un nivel por debajo de la media. Para entender los resultados propuestos se ha de tener en cuenta que los alumnos del grupo cooperativo que no logran unos resultados satisfactorios son solo tres.

La media de IG sería 44, RA 38, IV 52, AN 48 e IE 48. Con estos resultados, la inteligencia verbal, aunque se vincula con la comprensión del texto del problema, no puede deducirse que sea tan importante como el razonamiento abstracto, la aptitud numérica y la espacial, que parecen resultar de una mayor relevancia para la solución de los problemas.

*e) En el estudio de un problema que tenía gran dificultad para los alumnos se llega a los datos que aparecen en la tabla que sigue:*

**TABLA 93: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE EN EL TEST HAN RESUELTO EL PROBLEMA 10.**

<b>Datos de los alumnos que en el test han resuelto el problema 10.</b>					
<b>Grupo</b>	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
<b>Tradicional</b>	76	83	83	99	26

<b>Cooperativo</b>	70	75	78	76	53
<b>Tic</b>	86	79	96	61	90
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

La media de la inteligencia espacial era 54, sin embargo las otras medias son muy superiores a la media del curso, por tanto existen problemas que tienen una gran dificultad que sólo aciertan a comprender y resolver los alumnos que tienen grandes capacidades, porque han asimilado más que los compañeros.

#### 8.4.3.- Experimento sobre el 25 % de alumnos que han obtenido las mejores calificaciones en cada grupo, en el test general.

Se procede en este subapartado a aproximar el análisis de la inteligencia a los resultados obtenidos por el 25 % de aquellos alumnos que obtuvieron las mejores notas en el test general. Este objetivo impone que el corte no va a hacerse por la misma nota en los tres grupos. La media del grupo tradicional fue inferior a la de los otros dos. Los resultados obtenidos se exponen en las tres tablas siguientes

*Los datos de los alumnos que mejoraron la nota en el test se presentan en la tabla siguiente:*

**TABLA 94: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE LOGRARON MEJORES NOTAS EN EL TEST GENERAL.**

<b>Datos de los alumnos que lograron mejores notas en el test general.</b>					
<b>Grupo</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>Tradicional</b>	69	72	73	68	70
<b>Cooperativo</b>	65	65	68	76	68
<b>Tic</b>	70	60	73	69	71
<b>Curso completo</b>	55	54	58	57	60

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los datos de la tabla precedente (Nº 94), en términos generales, se deduce la obviedad de que la inteligencia interviene en el aprendizaje de los alumnos,

aunque también podría concluirse algo no tan obvio y con suficiente seguridad como lo que sigue:

1ª) Como ya se ha constatado en casos anteriores, la inteligencia ayuda a entender la física con más facilidad y los alumnos con menores capacidades intelectivas tienen mayores dificultades, que suelen minimizarse con algunas de las metodologías didácticas aplicadas.

2ª) Una conclusión más concreta que se obtiene de los datos sería la siguiente: para resolver los ejercicios no es tan imprescindible la inteligencia lingüística y muy necesaria la inteligencia lógico-matemática y espacial. Para resolver los problemas me parece que podría decirse que están las tres en el mismo nivel de importancia o similar.

3ª) Estimo que los enunciados tienen que ser muy sencillos y cortos para que los alumnos se sitúen en el caso que se presenta.

4ª) En cambio, para responder satisfactoriamente las preguntas de teoría parece muy conveniente y hasta puede decirse necesario un valor alto de inteligencia verbal.

*b) Los datos sobre los alumnos con mejores puntuaciones indistintamente del grupo al que pertenezca se ofrecen en la tabla siguiente*

**TABLA 95: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE LOGRARON MEJORES NOTAS EN CADA PARTE DEL TEST.**

<b>Datos de los alumnos que lograron mejores notas en cada parte del test.</b>					
<b>Parte del test</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>General</b>	68	67	72	74	70
<b>Teoría</b>	56	52	63	61	64
<b>Ejercicios</b>	61	64	64	60	66
<b>Problemas</b>	70	71	74	68	66

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos de la tabla precedente se refiere a la inteligencia general de cada apartado. En el test, la inteligencia general, en varios apartados, aumenta respecto del valor general, el que más sube es el tipo de aptitud numérica. En relación con la teoría se aprecia que el razonamiento abstracto incluso baja, lo que pudiera significar que puede no ser tan importante para la teoría, en cambio parece acentuarse la importancia de la inteligencia espacial y la verbal. Se ha de tener en cuenta en referencia a los valores de la inteligencia general, que el menor, con gran diferencia, es el que se refiere a la inteligencia de los que logran mejores notas en la parte de teoría. Esta circunstancia estimula la reflexión al ser tan llamativo porque no es una parte que exija muchas capacidades, por tanto el tópico parece ser cierto “si uno estudia aprueba” al menos en lo que se refiere a la teoría.

En cuanto a los ejercicios sube el valor de inteligencia espacial pero no de forma notoria. En el caso de los problemas el valor de las inteligencias sube todavía más, los alumnos necesitan capacidades intelectuales buenas para comprender y resolver bien los problemas, los valores más altos son los de razonamiento abstracto y el de inteligencia verbal.

*c) Los datos de los alumnos con peores notas en el test se presentan en la tabla que sigue:*

**TABLA 96: DATOS DE LOS ALUMNOS QUE LOGRARON PEORES NOTAS EN CADA PARTE DEL TEST.**

<b>Datos de los alumnos que lograron peores notas en cada parte del test.</b>					
<b>Parte del test</b>	<b>Inteligencia general</b>	<b>Razonamiento abstracto</b>	<b>Inteligencia verbal</b>	<b>Aptitud numérica</b>	<b>Inteligencia espacial</b>
<b>General</b>	34	37	39	37	30
<b>Teoría</b>	55	59	51	59	49
<b>Ejercicios</b>	51	52	60	53	45
<b>Problemas</b>	41	36	49	52	43

Fuente: Elaboración propia.

A la vista de los resultados de la tabla precedente se constata que el tópico queda corroborado del todo: si se trata de teoría el que estudia aprueba, sin embargo a la hora de realizar los problemas, el dato de razonamiento abstracto es llamativamente bajo y el



de aptitud numérica es casi normal. En cambio, para resolver ejercicios no hace falta una gran inteligencia verbal: la media de los alumnos con peores notas en los ejercicios propuestos es superior a la media del curso.

### 8.5.- Estudio de los cocientes intelectuales.

El análisis en este subapartado se orienta al estudio de los cocientes intelectuales en sí mismos, queremos ver si existen correlaciones entre los alumnos que tienen un nivel alto de inteligencia verbal y numérica o espacial y lógica.

¿Cómo se realizó este estudio? Se seleccionó y comparó a los alumnos por cuartiles, cada 25 puntos de inteligencia, sabiendo que los niveles altos de inteligencia son más fiables que los niveles bajos, es decir, un alumno que logró un nivel alto de inteligencia en el test, con mucha probabilidad y hasta con seguridad, se podría afirmar que lo tiene. Sin embargo el alumno de un nivel bajo de inteligencia puede haber actuado en un contexto de circunstancias que pudieran haber distorsionado el resultado del test, porque tuvo un mal día, no le apetecía hacer un test, no cree en tales instrumentos o porque ese es su nivel. En las tablas que se van a presentar, nos encontraremos con el número de alumnos que coinciden en haber obtenido más de 75 puntos de inteligencia verbal y que tienen también más de 75 de inteligencia espacial o de otra inteligencia.

*La inteligencia general funciona como variable independiente en la tabla siguiente:*

**TABLA 97: NÚMERO DE ALUMNOS QUE COINCIDEN SEGÚN LOS NIVELES DE INTELIGENCIA GENERAL**

Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia general				
Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
Más de 75	86%	58%	62%	81%
Entre 75 y 50	57%	57%	38%	31%
Entre 50 y 25	46%	42%	50%	50%
Menor de 25	100%	63%	63%	37%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la tabla anterior (Nº 97), los niveles de inteligencia general guardan una gran concordancia con el tipo de inteligencia de razonamiento abstracto, también presenta cierta proximidad respecto de la inteligencia espacial, mientras crecen las diferencias respecto de la aptitud numérica y de la verbal.

*En la tabla siguiente la variable independiente es el razonamiento abstracto:*

**TABLA 98: NÚMERO DE ALUMNOS QUE COINCIDEN SEGÚN LOS NIVELES DE RAZONAMIENTO ABSTRACTO**

<b>Número de alumnos que coinciden según los niveles de razonamiento abstracto</b>				
<b>Razonamiento abstracto</b>	Inteligencia general	Inteligencia verbal	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
<b>Más de 75</b>	86%	58%	79%	93%
<b>Entre 75 y 50</b>	78%	44%	44%	22%
<b>Entre 50 y 25</b>	61%	26%	33%	33%
<b>Menor de 25</b>	45%	35%	28%	22%

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos de la tabla Nº 98, se puede afirmar con suficiente rigor y certeza que los valores altos de razonamiento abstracto apuntan a valores altos en la aptitud numérica y en la inteligencia espacial, como ya se hizo notar esta vinculación coherente en la tabla Nº 97. Sin embargo, en los valores bajos del razonamiento abstracto no es tan manifiesta esta coincidencia.

*La variable independiente es la inteligencia verbal*

**TABLA 99: NÚMERO DE ALUMNOS QUE COINCIDEN SEGÚN LOS NIVELES DE INTELIGENCIA VERBAL**

Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia verbal				
Inteligencia verbal	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Aptitud numérica	Inteligencia espacial
Más de 75	42%	58%	28%	53%
Entre 75 y 50	57%	32%	35%	22%
Entre 50 y 25	50%	25%	30%	30%
Menor de 25	55%	66%	33%	22%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla, la inteligencia verbal funciona como variable independiente y los resultados son los precedentes, éstos permiten aceptar ciertas aproximaciones con los niveles extremos de razonamiento abstracto y con el nivel superior de la inteligencia espacial. Con los restantes niveles de inteligencia verbal no aparecen afinidades dignas de mención. En general, hay menor correlación que en los otros casos vistos hasta ahora.

*La variable independiente en la tabla siguiente es la aptitud numérica:*

**TABLA 100: NÚMERO DE ALUMNOS QUE COINCIDEN SEGÚN LOS NIVELES DE APTITUD NUMÉRICA**

Número de alumnos que coinciden según los niveles de aptitud numérica				
Aptitud numérica	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Inteligencia espacial
Más de 75	45%	55%	30%	60%
Entre 75 y 50	47%	40%	43%	17%
Entre 50 y 25	50%	25%	25%	25%
Menor de 25	63%	63%	37%	33%

Fuente: Elaboración propia.

De los datos ya analizados en este capítulo aparece como una constante lo siguiente: cuando un alumno tiene un nivel alto en aptitud numérica hay una probabilidad media de que tenga también un nivel alto de razonamiento abstracto e inteligencia espacial. En cambio, si hacemos la propuesta al contrario, en el caso de que el nivel del ra-

zonamiento abstracto sea alto produce con casi total seguridad unos niveles altos de la aptitud numérica y de la inteligencia espacial. En cuanto a los valores bajos existe alguna probabilidad más de aproximación: el nivel bajo de aptitud numérica es probable que se corresponda con un nivel semejante en el razonamiento abstracto.

*La variable independiente de la siguiente tabla es la inteligencia espacial:*

**TABLA 101: NÚMERO DE ALUMNOS QUE COINCIDEN SEGÚN LOS NIVELES DE INTELIGENCIA ESPACIAL**

Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia espacial				
Inteligencia espacial	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Inteligencia verbal	Aptitud numérica
Más de 75	35%	39%	30%	35%
Entre 75 y 50	67%	33%	45%	28%
Entre 50 y 25	55%	28%	28%	0%
Menor de 25	30%	40%	20%	30%

Fuente: Elaboración propia.

En este caso la correlación con los valores de las demás inteligencias son bajísimos, de hecho, es el tipo de inteligencia que menos coincidencias suscita.

*En la tabla siguiente se persigue identificar las relaciones, que se establecen entre los alumnos con mejores capacidades de inteligencia general y analizar qué coincidencias existen con otras inteligencias, además de la media que arrojan las inteligencias de estos alumnos.*

**TABLA 102: ESTUDIO DE LOS 10 ALUMNOS CON MEJORES CAPACIDADES Y COMPARACIÓN CON LAS OTRAS INTELIGENCIAS**

<b>Estudio de los 10 alumnos con mejores capacidades y comparación con las otras inteligencias</b>						
		IG	RA	IV	AN	IE
<b>Inteligencia general</b>	Coincidencias	100%	80%	30%	60%	50%
	Media	86	90	76	81	86
<b>Razonamiento abstracto</b>	Coincidencias	90%	100%	20%	60%	60%
	Media	83	93	71	80	84
<b>Inteligencia verbal</b>	Coincidencias	30%	20%	100%	20%	10%
	Media	73	73	90	61	69
<b>Aptitud numérica</b>	Coincidencias	60%	60%	20%	100%	30%
	Media	79	80	70	92	72
<b>Inteligencia espacial</b>	Coincidencias	50%	60%	10%	30%	100%
	Media	77	77	70	69	95

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la tabla son suficientemente expresivos y vienen a confirmar ciertas aproximaciones y explícitas diferencias. Se infiere con facilidad que la inteligencia verbal se separa más del comportamiento de las demás inteligencias y sus coincidencias no llegan al 40% en ningún caso. En cambio, los otros tipos de inteligencias mantienen sus semejanzas en niveles mucho más altos. Se perciben asimismo escasas coincidencias entre los datos de inteligencia espacial y los de aptitud numérica.

Los datos de la tabla precedente N° 102 constituyen una elocuente información para el estudio de las relaciones entre las inteligencias: existen inteligencias que se comportan de una forma similar en líneas generales, hasta el punto, que se pueden afirmar correlaciones entre todas, pero son especialmente manifiestas entre el razonamiento abstracto y la aptitud numérica. La inteligencia que establece diferencias más apreciables con el comportamiento de las demás es la inteligencia verbal.

## 8.6.- Ensayo de recopilación

Del análisis de los datos efectuado a lo largo del presente capítulo, en términos generales se puede llegar a afirmar que la inteligencia guarda vinculaciones ciertas con los resultados hallados mediante un test de física: los alumnos que obtuvieron mejores resultados en la parte de teoría, ejercicios y problemas tienen un nivel mayor de inteligencia que los demás. Si cambiamos de perspectiva, los alumnos que han obtenido peores notas en estas partes de la materia de física, teoría, ejercicios y problemas, parece también cierto que es inferior su dotación en cuanto a niveles de inteligencia.

Del análisis efectuado de los datos es notorio que la influencia de las inteligencias no es totalmente decisiva en aspectos de la física como la teoría y, en menor nivel, en los ejercicios, en cambio, en los problemas la inteligencia asume un papel decisivo de la mayor importancia.

En el estudio de las inteligencias aparece corroborado un objetivo perseguido en la tesis: las metodologías didácticas aplicadas han facilitado el aprendizaje de forma significativa. Es relevante también que, en la consecución de determinados objetivos del test, la exigencia de inteligencia sea menor en los grupos cooperativo y tic que en el grupo tradicional. De ello parece inferirse que, para responder mejor a la teoría y a los ejercicios, el esfuerzo de la inteligencia es menor en los métodos cooperativo y tic que en el método tradicional. Sin embargo, queda muy claro que para afrontar con éxito los problemas es decisiva la actividad de la inteligencia.

### 8.6.1.- La inteligencia verbal.

En cuanto a la *inteligencia verbal*, aunque es difícil y arbitrario separar los efectos de unos u otros tipos de inteligencia, puesto que la presencia destacada de la aptitud verbal en los alumnos se ve acompañada, de manera relevante, de otros tipos de inteligencia. De los datos analizados parece inferirse su notable proximidad con el estudio de la física, como una de las aptitudes fundamentales para el estudio de la teoría. Esta capacidad parece influir en la consecución de unos resultados más o menos satisfactorios en las preguntas de teoría física, en función de la relevancia o irrelevancia de su presencia en los alumnos integrantes de los grupos investigados.

Estos alumnos también consiguen puntuaciones diferenciadas en otros aspectos del test, pero no son tan relevantes en comparación con los efectos producidos por los alumnos dotados de otras capacidades, como las diferencias existentes en las áreas de la teoría física en alumnos con gran capacidad de inteligencia verbal.

Se produce también la circunstancia de que el grupo de los alumnos mejor dotados en el tipo de inteligencia verbal obtienen mejores resultados en la teoría que la media del curso, hecho que no se cumple para las otras inteligencias estudiadas.

Otra prueba más en esta perspectiva viene dada por los resultados de las inteligencias de los alumnos con buenas puntuaciones en la teoría: la inteligencia verbal es la única capacidad cuyos valores son superiores a la media. En los múltiples y variados análisis de datos llevados a cabo, no aparecen próximas vinculaciones de intensas relaciones con los otros tipos de inteligencia.

En cambio, no se ha demostrado que haya correlación entre la puntuación en los ejercicios y su inteligencia verbal, puesto que el estudio efectuado sobre aquellos alumnos que no habían acertado los ejercicios tenían inteligencias verbales medias o incluso superiores a la media.

Se podría decir que, con el resultado de los problemas puede darse una correlación pequeña con el nivel de inteligencia verbal. En consecuencia nos parece que esta capacidad no es absolutamente necesaria para la consecución del éxito a la hora de afrontar los problemas.

#### **8.6.2.- La inteligencia lógico-matemática.**

Esta facultad se ha estudiado con los términos de *razonamiento abstracto* y *aptitud numérica*, al comparar estas dos capacidades se ha evidenciado una gran correlación entre los valores de la una y de la otra, es un hecho que también corrobora que tienen que ver con la misma inteligencia.

Son dos capacidades en las que se obtienen menores diferencias entre las medias de los resultados de la teoría, referidos a los alumnos con mayor y menor dotación en este tipo de inteligencia. Del análisis de los datos mostrados en el capítulo, se infiere

que en las áreas de teoría de la física no se manifiestan vinculaciones muy significativas con este tipo de inteligencia. Aunque es una obviedad que todos los tipos de inteligencia guardan relaciones próximas con todos los saberes y decisiones humanas, sin embargo, también se constata de los datos analizados que las capacidades de *razonamiento abstracto* y *aptitud numérica* no manifiestan específicas vinculaciones con el aprendizaje de los aspectos teóricos de la física.

En cambio, se manifiesta con claridad más que meridiana la correlación entre esta capacidad y los resultados de los problemas de física que han elaborado los alumnos investigados, sin embargo no aparecen con igual contundencia las relaciones entre ésta y los resultados de los ejercicios. Existen muchos datos que avalan una significativa correlación en el caso de los problemas, sin embargo han aparecido también algunos datos contrarios al establecimiento de definitivas correlaciones en el caso de los ejercicios. Puede darse el caso de que en algún problema el razonamiento abstracto no haya sido de gran valor, sin embargo sí se tiene correlación entre los resultados de los problemas en general con el razonamiento abstracto y la aptitud numérica, mayor correlación cuanta mayor dificultad tenga el problema a tratar.

### **8.6.3.- La inteligencia espacial.**

Esta inteligencia no presenta una correlación especialmente significativa con los otros tipos de inteligencia estudiados en el presente capítulo de la tesis, pero existen ciertas características comunes.

La inteligencia espacial se manifiesta con eficacia con el manejo de gráficas, de hecho en el problema de este estilo que venía en el test se pudo corroborar este resultado. Tampoco presenta correlación con los resultados a las preguntas de teoría del test. En las otras partes de la física, de los datos analizados no parece que puedan inferirse significativas correlaciones entre los ejercicios o los problemas y el nivel de inteligencia espacial, si bien es cierto que algunos pero escasos datos pudieran apuntar hacia algún tipo de correlación. Todavía se pueden aducir otros datos de interés: algunos grupos de alumnos que logran unas puntuaciones buenas en problemas y ejercicios en algunos grupos tienen menor inteligencia espacial que la media del curso. Por consiguiente,



puede concluirse que no hay muestras evidentes de significativas correlaciones del tipo de inteligencia espacial con los otros tipos de inteligencia analizados.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

ANN BARNETT, J. (2007) *La teoría de las inteligencias múltiples en la enseñanza-aprendizaje de inglés como lengua extranjera*. (Tesis Doctoral UCM)

GARDNER, H. (1983), *Frames of Mind. The Theory of Multiple Intelligences*, Nueva York: BasicBooks.

## **Capítulo 9: REFLEXIONES, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

### **C o n t e n i d o**

#### **9.1.- Reflexiones sobre el proceso de la enseñanza y el aprendizaje**

- 9.1.1.- El profesor: complejidad de un ejercicio profesional.
- 9.1.2.- La función de la educación.
- 9.1.3.- La calidad educativa
- 9.1.4.- Las TICs como instrumentos al servicio de la calidad educativa.
- 9.1.5.-La educación en la sociedad globalizada del conocimiento.
- 9.1.6.-Importancia y relevancia de la aplicación de la didáctica.
- 9.1.7.-El saber riguroso de la didáctica.
- 9.1.8.-La pluralidad de métodos de la enseñanza.

9.1.9.-El aprendizaje significativo.

9.1.10.-El proceso de aprendizaje

**9.2.- Conclusiones de la investigación**

**9.3.- Propuestas derivadas de esta investigación**

## **Capítulo 9: REFLEXIONES, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

Al comienzo de este trabajo de investigación, se ha abordado la educación de tal forma que se han contextualizado asuntos que se tratan en la tesis, se presentan los variados escenarios en los que se mueve el educando, pudiendo observarse la complejidad del fenómeno al modo de un proceso abierto en el que colaboran diferentes agentes sociales a fin de que el educando adquiera mediante la educación no solo conocimientos, sino también competencias, habilidades y destrezas para el ejercicio profesional provechoso para el individuo y rentable para la sociedad.

El sistema educativo no se agota en la dimensión técnica, sino que ha de pergeñar un diseño humanista capaz de ofrecer a las generaciones jóvenes materiales válidos para estimular la construcción de su propia identidad personal que facilite su incorporación a la sociedad nacional de pertenencia, con su cultura, sus leyes, su economía y su proyecto nacional, donde tiene sus raíces y donde discurrirá la mayor parte de su vida para la mayoría de ellos. Esta perspectiva educativa ha de estimular la formación de una personalidad abierta al otro sin dejar de ser ellos mismos, teniendo en cuenta que en la sociedad globalizada del conocimiento la flexibilidad metodológica es un elemento clave a considerar.

Los resultados de esta investigación aportan información y datos que estructuramos en tres apartados:

1. Reflexiones sobre el proceso de enseñanza y el aprendizaje.
2. Conclusiones de la investigación.
3. Propuestas derivadas de la investigación.

## 9.1.- Reflexiones sobre el proceso de la enseñanza y el aprendizaje

### 9.1.1.-El profesor: complejidad de su ejercicio profesional.

En relación al profesor, en concreto al profesor de enseñanza secundaria, en cuanto agente decisivo en el proceso educativo destacan tres aspectos: 1º) la ineludible formación permanente del profesor, teniendo en cuenta el largo periodo de su ejercicio profesional, la convergencia de cambios y acontecimientos que ocurren en la sociedad y el progreso científico. 2º) El ejercicio del rol de profesor en las circunstancias actuales implica con mucha frecuencia situaciones insuperables de estrés y conflicto. Los factores de esta situación son muy variados y progresivamente intensos. En general, se carece de cauces y procedimientos de alivio a estas situaciones de tensión. 3º) Aunque el profesor sigue siendo el agente clave en el sistema de la educación, otros agentes intervienen cada vez en mayor medida y frecuencia. El profesor en el ejercicio de su rol profesional ha de abrirse a una cierta corresponsabilidad con los alumnos, los padres, los centros, los medios de comunicación, etc.

*Necesidad de la formación permanente del profesor.* En la sociedad actual el profesor ejerce su profesión durante muchos años, más de treinta en muchos casos. Teniendo en cuenta que en la actualidad los cambios ocurren con frecuencia, el profesor en el ejercicio de su profesión se ha visto afectado por los muchos acontecimientos acaecidos en su entorno. Es obvio que en su ciclo vital, se acumulan experiencias, se amplían conocimientos, se modifican actitudes y valores. En su entorno ocurren cambios científicos, tecnológicos, económicos, sociales y culturales, que alteran radicalmente las demandas al sistema educativo y a su función profesional. Al mismo tiempo, los renovados estudiantes presentan características diferenciales y cambiantes en el nivel económico y cultural de la familia y respecto de sus capacidades mentales, motivaciones e intereses. La profesión de profesor exige dominar un conjunto de conocimientos y competencias; que ha de aprender en instituciones superiores de formación universitaria; lo cual requiere de la continua formación y actualización de conocimientos y técnicas, que ha de poner en práctica según principios éticos, para responder a una necesidad personal y social de primer orden, como es la educación.

*El rol de profesor se ejerce en muy variadas situaciones que son generadoras de estrés y de conflicto.* Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta las diferentes tendencias que respecto de la profesionalización del docente se hallan en el contexto no sólo académico sino también social, puede afirmarse que el rol de profesor en las circunstancias actuales se halla inmerso en situaciones expresas o soterradas de verdadero conflicto. Los factores del mismo pueden ser cambiantes pero en todo caso la comunidad de alumnos, las exigencias y normativas sociales, los reglamentos del centro y las expectativas de los padres de los estudiantes conforman una variopinta amalgama de fuerzas diversas y a veces divergentes que presionan sobre el profesor, con el consiguiente gasto de esfuerzo y estrés sobrevenido. A estos factores internos al ejercicio profesional, ha de adjuntarse la pérdida de estatus que los profesores están sufriendo en el medio social y que, a veces, hasta las mismas normativas con las exigencias burocráticas y administrativas que cargan sobre los profesores, les obstaculizan y perturban en la consecución de los objetivos sustanciales que como profesores le corresponden. La complejidad de la función docente supone un gran esfuerzo continuado, una alta inversión de recursos mentales y personales, que difícilmente se ven compensados con incentivos razonables. De ahí el profesor quemado, estresado, deprimido. Es preciso que el profesor se cuide a sí mismo si quiere ser agente para el desarrollo de otras personas. El ajuste personal, equilibrio emocional, bienestar, son condiciones personales necesarias para una buena práctica profesional. Por último, en las circunstancias actuales europeas el profesorado, en su tarea educativa, es víctima del pluralismo cultural que se instala en la escuela fruto de las condiciones migratorias de los países europeos, y a ello ha de sumarse cierto afán de ingeniería social que se está practicando en nuestro país, que obviamente dificulta el proceso educativo y puede conducir al profesor a situaciones de conflicto con otros profesores y hasta con los centros educativos. En todo caso la situación es de relevancia suficiente para que se consideren alternativas que presentar a los profesores en orden a solucionar o paliar sus efectos.

*Responsabilidad compartida del profesor como agente de educación.* En la actual sociedad globalizada el profesor no es el único agente educador pero es siempre actor responsable de la educación y del aprendizaje de los alumnos, compartiendo esta tarea en primer lugar y de manera especialmente significativa con el alumno, que es el primer responsable de su educación y aprendizaje y con el estudiante se encuentra asimismo la familia, el centro educativo y la sociedad. Esta corresponsabilidad no puede

ser excusa para que el profesor no asuma su responsabilidad intransferible o pretenda instalarse en sistemas de atribución distorsionados, apropiándose de los éxitos y atribuyendo los fracasos a los agentes externos.

### **9.1.2.-La función de la educación.**

Tres aspectos destacan respecto de la función de la educación en la sociedad actual: la educación en la actualidad es para la inmensa mayoría de los individuos la vía única de promoción individual. En la mayor parte de las sociedades que actualmente pueblan el planeta tienen suficientemente socializada la transmisión de los conocimientos mediante el sistema educativo. La función de la educación sigue prioritariamente intentando la preparación técnica de los individuos pero no parece que haya logrado la apremiante sintonía entre las habilidades y competencias que la sociedad demanda y las ofertas del sistema educativo.

La educación siempre ha sido un procedimiento estimable de enriquecimiento del individuo, pero en la actualidad es para la inmensa mayoría de los seres humanos la principal y hasta única vía de promoción individual.

En la sociedad actual, los individuos están convencidos por experiencia propia y ajena que, cuanto más acceda la ciudadanía a la educación y más capital humano acumule, mayor riqueza posee la sociedad. En la sociedad del conocimiento, este recurso ocupa el primer lugar por su importancia y relevancia para actuar en el medio económico, social y político. Se da además la circunstancia de que, a diferencia de otros recursos – capital y trabajo – el conocimiento no es consumido por el uso, es generado por las personas, dándose la especial eventualidad de que la disponibilidad de más conocimientos y la asidua participación de los mismos comporta una mayor capacidad para generarlo, impulsar su transmisión y operativizarlo en nuevas tecnologías. La sociedad globalizada del conocimiento aprecia y valora positivamente el conocimiento y procede a su organización, financiamiento y evaluación de su producción, transmisión y difusión.

La política educativa y el sistema educativo se empeñan en el logro de que las necesarias tareas a realizar en la global, plural y cambiante sociedad actual encuentren individuos capacitados para realizarlas, inventarlas o adaptar las viejas competencias a

las nuevas exigencias: al sistema educativo corresponde el desafío de lograr que las capacidades de la mano de obra correspondan a las necesidades de las empresas y de los empleadores. Este objetivo significa que las mujeres y los hombres cuando concluyan su período específico de formación, puedan incorporarse con éxito al mundo laboral, porque se les ha dotado del equipamiento técnico – profesional adecuado.

### **9.1.3.-La calidad de la función educativa.**

El sistema educativo, los centros y el profesor han de asumir como objetivo permanente elevar los niveles de la calidad educativa, exigida por el principio de la división del trabajo y de la progresiva sofisticación de las tareas profesionales, el mundo abierto en que estamos instalados y la mantenida competitividad que nos afecta. Esta exigencia de calidad ha de llevar a la gradual implantación de los sistemas de evaluación interna y externa en cuanto constituyen un factor que puede favorecer los niveles de calidad en los centros educativos.

*El acceso e inserción en el mundo laboral y profesional exige crecientes competencias generales y específicas, por la progresiva sofisticación de las tareas a realizar, por la mayor competencia que demanda un mundo global y abierto y por consiguiente se hace necesario que la educación eleve sus niveles de calidad, para que la inserción profesional se realice con éxito, a pesar de que el mundo que les espera está afectado por unos cambios frecuentes y profundos.*

*Teniendo en cuenta que es el profesor el agente de la calidad en la educación, recaba un mejoramiento de la formación inicial y permanente de los profesores y formadores: tanto respecto del contenido de la formación específica y didáctica cuanto de la capacidad de motivar al estudiante. La calidad educativa exige un cierto atractivo, ha de instalar en el sistema educativo la competencia entre los centros y aquella transparencia que permita a la sociedad conocer cuál es el nivel educativo de los centros en que se educan los estudiantes.*

*La evaluación interna y externa de la calidad de los centros escolares y las instituciones de formación son necesarias y esenciales y donde no existan han de implantarse para que el sistema educativo y de formación adquiera los niveles de calidad,*



*eficacia y eficiencia que puedan contrastarse.* La evaluación en los centros educativos ha de guiarse por tres principios básicos: la evaluación ha de entenderse como un medio al servicio del proyecto educativo. No tendría sentido si no sirve a los objetivos del programa. En segundo lugar, la evaluación de la calidad ha de regirse por el principio del respeto a la dignidad del personal del centro y de sus legítimos intereses y, por último, la evaluación ha de ser pública, es decir, las partes interesadas han de tener acceso al diseño, implementación, resultados y decisiones correspondientes.

#### **9.1.4.-Las TICs como instrumentos al servicio de la calidad educativa.**

El uso de las TIC en el sistema educativo es ineludible, obtienen una positiva y elevada consideración social y por tanto favorecen el proceso, recrean un nuevo espacio, el espacio digital, del que no es posible ni deseable prescindir y favorecen una sintonía con las nuevas generaciones convirtiéndolas en instrumentos didácticos relevantes en la transmisión de los conocimientos.

*Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) obtienen en la actualidad una elevada consideración social como los mejores y más sofisticados medios tecnológicos de captación, conservación y transmisión de la información, que alientan la creación y difusión del conocimiento.* Este objetivo se logra de tres maneras significativas: *acumulan y ponen a nuestro alcance una “abundancia potencial de información” sin precedentes; facilitan las interrelaciones entre los creadores, difusores y clientes* de los productos culturales y materiales de todas partes y, en tercer término, las TIC *posibilitan el acceso a potentes bases de datos* de máxima utilidad para el progreso científico.

*Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación recrean un nuevo espacio social, el espacio digital, en el que convergen multitud de redes telemáticas, al que el hombre habrá de acomodarse y adaptarse en un largo proceso en el que se desarrollarán conocimientos que faciliten la comprensión del nuevo medio digital.* No cabe duda que el nuevo entorno social construido a partir de las aportaciones tecnológicas y de la cultura favorable a los avances técnicos presenta una gran complejidad no sólo en cuanto a sus propios contenidos sino en cuanto receptor de los conocimientos. La sociedad del conocimiento emerge en el contexto de la configuración de un poderoso sistema

conformado por la ciencia, la tecnología y la industria que encumbra a la ciencia a una posición relevante en el sistema productivo, favoreciendo la sucesiva emergencia de la economía de servicios que se impone a finales del siglo XX sobre la economía industrial clásica, acentuando el tipo de trabajo simbólico–analítico que da primacía a lo que es superior en el hombre, su inteligencia. En este tipo de sociedad los cambios más obvios afectarán al ámbito educativo: se enseñará y se aprenderá a aprender, a fin de que cada individuo construya el diseño de su propia formación, insertándola en su currículo profesional.

*El importante papel de las TIC en el ámbito educativo presenta unas demandas ineludibles. En cuanto producto de la ciencia, las tecnologías de la información y la comunicación se benefician de la actitud favorable que ésta obtiene en el contexto social y de manera especial en el grupo de los más jóvenes, por lo que sería un contrasentido que estas no se estudiaran en el proceso educativo y sería aberrante no usarlas como instrumentos de comunicación del conocimiento, es decir, como instrumentos didácticos, puesto que cuentan con una actitud inicial favorable, que potencian además su eficacia en el aprendizaje, ya que la transmisión del conocimiento mediante el uso de las TIC se lleva a cabo mediante la armoniosa conjunción de texto e imagen a la que los jóvenes están mejor dispuestos. La presencia de las TICs demandan que los cambios en los actuales sistemas educativos se convierten en imprescindibles, de modo que los niños y niñas de hoy aprendan a conocer y cuidar la naturaleza, continúen su aprendizaje para funcionar en el medio urbano y, con la misma exigencia, se impone la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades para funcionar en el espacio digital. Han de aprender a actuar, a moverse, a jugar, a representarse, a diseñar, a leer y escribir en los sistemas multimedia. En esta investigación hemos visto la utilidad de estas herramientas a la hora del proceso de enseñanza-aprendizaje, ha ayudado a la motivación, a asimilar mejor los conocimientos y a disminuir las diferencias entre los alumnos mejor y peor dotados.*

#### **9.1.5.-La educación en la sociedad globalizada del conocimiento.**

Teniendo en cuenta la condición global de la sociedad actual, las densas interdependencias de unas sociedades con otras, la intensificación de los flujos de intercambio con diferentes culturas, la progresiva movilidad de los individuos por diferentes escenarios exige conocimientos nuevos y competencias de más calidad,

en orden al éxito no sólo económico y sino también cultural, social e individual. Los intercambios son cada vez más frecuentes y más decisivos en la vida de los individuos y de los pueblos. Preparar a los individuos para esta participación en escenarios diferentes y globales es en la actualidad una función inexcusable de la educación.

El escenario se está ampliando continuamente con nuevos competidores y con nuevas normas de competición. Sólo estar ya es positivo, pero más importante es participar, lo que tiene un coste elevado de equipamiento conceptual y de competencias. Sin embargo el éxito individual y colectivo depende cada vez en mayor medida de la participación exitosa en el escenario global. En estos escenarios globales se producen oportunidades de todo tipo, que pueden satisfacer a algunos participantes, pero como es obvio la progresiva competencia acrecienta la inclemencia y las incertidumbres en las muy variadas situaciones de exclusión que afectan a muchos. Además de las intervenciones estructurales necesarias para atemperar los efectos negativos de la dura competencia, es necesario equipar a los individuos con nuevos y más sólidos recursos que favorezcan las relaciones humanas y de solidaridad para con los otros, entendiendo por tales otros los próximos y los alejados, especialmente los perdedores de la competición global. Este necesario equipamiento conceptual y técnico ha de imbricarse en una educación cívica universal que atienda a los valores de la democracia, la igualdad de oportunidades, el respeto a la diversidad, la educación para la ciudadanía, etc. En todo caso la educación cívica universal no ha de nutrirse de presupuestos ideológicos, que siempre son parciales y excluyentes, sino de aquel tipo de valores, ideas y creencias comunes y que recogidos en el ordenamiento constitucional constituyen los valores básicos de toda convivencia pacífica. Igualmente se hace necesario equipar a los jóvenes y no tan jóvenes educandos en principios de solidaridad que se correspondan con la solidaridad de cooperación, es decir, la solidaridad que parte de aceptar al otro en un plano de igualdad.

Hemos de ser conscientes que la desigualdad social entre individuos y entre sociedades es permanente, tanto en la modalidad de desigualdad de rentas como la desigualdad en términos de conocimiento. Es igualmente cierto que cualquier tratamiento de redistribución de rentas, asistencia al necesitado y de oportunidades de acceso al conocimiento siempre son procedimientos susceptibles de un ordenamiento mejorable.

Siempre es posible avanzar hacia horizontes de mayor justicia, hacia una sociedad que mejore sus lazos de integración social y territorial. Esta posibilidad se convierte para el ser humano individual no solo en una oportunidad sino en un reto ético, una exigencia moral que demanda su implicación en la mejora de las instituciones y de los comportamientos sociales de los individuos. Lo que es válido para la comunidad de individuos en este sentido parece que ha de ser también una exigencia válida para la comunidad de naciones o la comunidad global. La comunidad de naciones no podrá organizar un sistema de convivencia armonioso, pacífico y duradero, si se persiste en la exclusión de amplias regiones de mundo. No se puede transferir sólo a las generaciones futuras el deber de concretar estos ideales de justicia. Se impone producir modos progresivamente más humanos y socialmente más justos de organización, en donde los asuntos concernientes a la desigualdad social encuentren provisionales soluciones, que se estimen más justas. La concreción de estos retos ha de hallar en los Derechos Humanos la mejor fuente de inspiración para el profesor y los educandos.

#### **9.1.6.-Importancia y relevancia de la aplicación de la didáctica.**

El principio axial de la didáctica es la relación entre enseñanza y aprendizaje, que pueden dar lugar a diferentes posibilidades, según la presencia o ausencia de una u otra o de ambas. En el capítulo se han tratado las distintas posibilidades, sin embargo se ha hecho hincapié en la positiva vinculación entre la presencia de la enseñanza y la presencia del aprendizaje. Se ha defendido con variados argumentos, a lo largo de nuestra exposición, que la enseñanza dispone de unos procedimientos investigados y verificados, es decir, los modos de impartir la disciplina no responden a acciones arbitrarias sino que las pautas didácticas se han estudiado e investigado respecto del contexto, del contenido, del profesor, del estudiante y de los recursos posibles a emplear y algunos se han hallado como procedimientos más eficientes entre la multitud de otras variables desechadas.

#### **9.1.7.-El saber riguroso de la didáctica.**

Desde los presupuestos precedentes ya expuestos en el capítulo se deduce que la disciplina que se dedica a estudiar los procedimientos de la enseñanza, la didáctica, tiene las condiciones que la avalan como un saber riguroso: dispone de

procedimientos metodológicos específicos, cuenta con estudios experimentales y de medidas propios y sus contenidos se muestran específicamente diferentes de los correspondientes a otros saberes. Tales características son reconocidas, definidas y aceptadas como tales en el contexto específico de los saberes científicos de la educación. Las plurales perspectivas de la didáctica vienen asimismo condicionadas por la pluralidad de puntos de vista existentes tanto respecto de la idea de hombre, de su dignidad y del desarrollo que corresponde al ser humano.

#### **9.1.8.-La pluralidad de métodos de la enseñanza.**

En los procesos de la enseñanza aprendizaje el doctorando se ha decantado por la combinación de los procedimientos porque todos tienen aspectos positivos y negativos. Una enseñanza que quisiera seguir un único método difícilmente evitaría a alumnos deficiencias importantes para el futuro. Los métodos deben adecuarse a la finalidad que tiene el profesor, al nivel cognitivo de los alumnos, al contenido y al contexto. Estos métodos, a su vez, están conformados por una serie de herramientas mediante las cuales el docente imparte los contenidos a los estudiantes, éstas son las estrategias didácticas en las que se hacen reales la finalidad del docente por medio de técnicas y actividades. Estas estrategias pueden referirse al profesor, al alumno, al contexto y al contenido. Es a partir del estudiante que se puedan fijar ciertas preferencias metodológicas de la enseñanza aprendizaje.

#### **9.1.9.-El aprendizaje significativo.**

Desde los últimos avances de la psicología, la didáctica y el aprendizaje forman un todo en lo que denominamos el proceso de la enseñanza-aprendizaje, que se ha de mostrar de alguna forma en la conducta, en la construcción de significados, en la representación de conceptos y en la forma de aprender a partir de los conceptos adquiridos. En la actualidad, no se entiende el aprendizaje que no sea significativo, es decir, un aprendizaje que conoce las relaciones con los contenidos aprendidos anteriormente y maneja la utilidad y funcionalidad de dichos contenidos y procedimientos.

#### **9.1.10.-El proceso de aprendizaje**

El aprendizaje comprende unos determinados procesos que parten de la atención y encuentran su meta en la transferencia a la situación real, que se manifiesta mediante la evaluación, que significa controlar en qué medida se han asimilado los objetivos propuestos. La evaluación es una de las actividades fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje, que determina la modificación de las actividades de la enseñanza, con la finalidad de alcanzar el desarrollo de las capacidades de razonamiento de los alumnos.

Los procesos de enseñanza- aprendizaje se sirven de variadas estrategias que se corresponden con cada proceso del aprendizaje. Incluso existen partes del cerebro que están más involucradas en unos procesos de aprendizaje y menos en otros. Cada individuo tiene su estilo de aprendizaje, que puede favorecer unos aprendizajes u obstaculizar otros. De semejante manera, se puede afirmar que cada estudiante tendrá variados estilos de aprendizaje, de los que uno será más empleado que otros. El que los individuos tuvieran un único estilo de aprendizaje sería cuantiosamente empobrecedor.

En el proceso de enseñanza – aprendizaje, los procedimientos metodológicos y las variadas estrategias se aplican mediante una serie de técnicas relacionadas con las nuevas técnicas de la comunicación y la información, que usamos con profusión en la investigación. Asimismo existen dos corrientes prácticas que han producido sensibles mejorías en el proceso de aprendizaje y que también tuvieron aplicación en la investigación que presentamos en esta tesis doctoral. Me refiero al específico procedimiento cooperativo y al aprendizaje basado en problemas o proyectos. Estas dos prácticas son coherentes con las diferentes teorías del aprendizaje. Durante la investigación se han utilizado especialmente el aprendizaje cooperativo, sin embargo es natural que, tratándose de la enseñanza –aprendizaje de las ciencias se haya comprobado a partir de problemas.

## 9.2.- Conclusiones de la investigación

En Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, se plantean como funciones esenciales la alfabetización científica, el conocimiento de la cultura y la argumentación científica para favorecer el aprendizaje, la asimilación y comprensión de los fenómenos del mundo natural y de la vida cotidiana. Sin embargo, en su mayoría los profesores de estas materias entienden que el estudio de las ciencias en la ESO tiene como objetivo principal preparar a los alumnos para sentar las bases y que sean de utilidad para sus estudios de ciencias en los cursos superiores. Esta mejora de los resultados y optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido uno de los objetivos empíricos de la tesis, sus resultados han sido mostrados en capítulos anteriores y en este punto mostramos las conclusiones.

Con el fin de facilitar los aspectos que merecen ser destacados hemos procedido a estructurar en seis epígrafes. Subrayamos que, para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, un aspecto clave es la necesidad de la formación del profesorado de ciencias en los aspectos específicos de la didáctica en ese nivel educativo.

***El proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el método tradicional produce un aprendizaje más limitado.*** El libro de texto es el elemento fundamental, el profesor tiene un papel reseñable, explica y responde aquello que se le solicita o que él considera necesario, focalizando su atención en los conceptos. El aprendizaje mediante el texto es memorístico, con frecuencia el alumno aprende sin razonar, se centra en los contenidos, no en los procedimientos ni en las actitudes. En el caso del método tradicional el libro sistematiza la unidad didáctica y el profesor explica las dudas que puedan aparecer cuando se tratan los diferentes contenidos. El punto de partida es el texto, no las ideas previas. El texto y el profesor tienen la verdad y el alumno debe aprenderla, lo que reduce la posibilidad de desarrollar estrategias metacognitivas. Estos alumnos, en cuanto a la práctica de razonar y de aportar argumentaciones científicas, se hallan muy limitados.

***El aprendizaje cooperativo facilita la enseñanza y el aprendizaje.*** En este caso se organizó la clase en grupos de 3 ó 4 alumnos, el profesor centra su acción en el

*alumno, anima a que él construya sus conocimientos, el profesor hace preguntas y guía al alumno hacia las verdades científicas.* El alumno argumentando y razonando asimila una serie de estrategias que le ayudarán a resolver una gran multiplicidad de problemas. No aprende recetas para resolver problemas tipo sino que asimila los conceptos y los pone en práctica en la vida real. El profesor es práctico, parte de los fenómenos de la vida cotidiana del alumno, la ciencia se convierte en un saber práctico que tiene utilidad y no es algo teórico que no tiene relación con el mundo. El profesor parte de las ideas previas de los alumnos, por ejemplo en nuestro caso se detectaron por medio de un test de ideas previas acerca de la termodinámica, el profesor percibe la confusión que el alumno tiene en algunos conceptos. Estas concepciones erróneas son sustituidas con la ayuda de las preguntas del profesor y de los alumnos dentro del grupo por otras más sólidas, los alumnos tienen que percibir los errores de sus concepciones y cómo las nuevas ideas explican mejor los fenómenos y lo hacen de una forma más completa. Esta metodología genera una mayor motivación en el alumno.

***La enseñanza con medios audiovisuales,** también en esta opción se da una presencia de enseñanza y una presencia de aprendizaje, el profesor hace que el alumno construya sus conocimientos y produce un aprendizaje significativo.* Con la ayuda de los recursos audiovisuales en los casos planteados, el alumno se da cuenta de que sus ideas no son válidas y las diferentes animaciones le muestran cuáles son las concepciones que explican esos fenómenos de una mejor forma. Al poner a prueba sus ideas desarrollan estrategias metacognitivas porque se dan cuenta de que su conocimiento no se adecua a la realidad. Sin embargo, el profesor debe sistematizar las unidades didácticas de forma detallada, exige mayor dedicación, plantearse previamente las dudas de los alumnos para saber el modo afrontarlas, escoger los recursos precisos para no ser tediosos y dejar los conceptos y procedimientos claros. Esta metodología también genera una gran motivación en el alumnado que facilita la enseñanza y el aprendizaje.

### ***Aspectos motivacionales de los alumnos***

En términos generales, los resultados que ha aportado el test motivacional previo aplicado a los alumnos, muestran una gran confianza en sus posibilidades ante el reto de la materia de física y asumen la absoluta responsabilidad de sus éxitos o fracasos en



esta materia. Manifiestan un positivo interés, constancia en el estudio, esfuerzo y atención. Es tan manifiesta su confianza en el éxito académico, que se niegan a reconocer las influencias externas de los profesores o de los familiares. Teniendo en cuenta la edad de los alumnos que participan, consideramos que es prudente ser cautelosos en la consideración de sus respuestas, más por su nivel de conocimiento que por cuestionar la veracidad de sus respuestas.

En la especificación de las motivaciones de clase, se infiere de las respuestas al test previo las situaciones siguientes: una cuestión general obtiene unas respuestas favorables muy altas. La relación de estas respuestas con los escenarios metodológicos manifiesta que el grupo cooperativo destaca mucho sobre los dos restantes. Si la cuestión que se presenta no es tan general sino que se especifica en la atención, el interés, el esfuerzo, la constancia y el rendimiento, los resultados obtenidos manifiestan todavía unos valores muy altos y siempre ordenados de más a menos, empezando por el grupo cooperativo, luego el tic y en tercer lugar el tradicional.

En relación con las asignaturas, los alumnos están motivados (en el test previo) respecto de las matemáticas y de la lengua, tanto en general como si concretamos esos motivos en sus categorías de esfuerzo, de atención, de constancia y de rendimiento. Merece ser destacado también como tendencias densas, en el sentido de carencia de estímulos, las halladas respecto de la tecnología, la química, la física, la música y la educación física.

Las motivaciones respecto de la física según el test previo, se decanta por dos tendencias: una favorable a la física, como una asignatura de interés según ponen de manifiesto con estas respuestas: *me gusta, necesidad de la física para el futuro, es interesante para el conocimiento de la naturaleza y ayuda al razonamiento*, que se configura como la tendencia más significativa. La tendencia del contravalor (materia aburrida, poco interesante o inútil para el futuro) apenas obtiene la mitad de las frecuencias de la precedente. Con posterioridad a la experiencia realizada con motivo de la investigación, los diferentes escenarios metodológicos en que se ubican los alumnos producen estímulos significativos en el grupo tic y en el cooperativo a favor de la física, acentuando los motivos internos a la materia. En cambio, el grupo tradicional se decanta en porcentajes significativos por una actitud distante de la física.

Los alumnos parecen estimulados al estudio de la física (test previo) por motivos externos, la necesidad de cursar el bachillerato de ciencias, hacer una carrera de ingeniería o una profesión interesante, para la que se exigen estudios de física. El sentido práctico domina, sin duda alguna, este ámbito de motivos. El requisito académico de estar preparados para estos estudios, la cultura científica o los artefactos que en la vida diaria nos acompañan no constituyen factores de estímulo para el estudio de la física. Tampoco parecen tener eficacia los motivos externos: estímulos negativos, competición, actuar en público, dificultad de las tareas. Se manifiestan con cierta ambivalencia respecto de la participación en clase o en la evaluación. Sin embargo, son sensibles al trabajo en grupo de forma cooperativa, les motiva el trabajo en equipo, la facilidad de la materia, la comprensión rápida de los conceptos, el éxito en los exámenes y el uso de recursos audiovisuales.

En las pruebas posteriores a la experiencia realizada se recoge una información muy positiva acerca de la investigación: los alumnos de los grupos cooperativo y tic afirman que la física es la asignatura en la que están más atentos, tienen mayor interés, se esfuerzan más. Más del 50 % aseguran que es la asignatura que más les gusta. Aducen variados motivos como explicación de la mencionada satisfacción por la física: a más del 40% del grupo tic les ha gustado los recursos empleados, más del 50 % han comprendido bien los conceptos. En cambio, sólo el 25 % de los alumnos del grupo tradicional tienen una opinión favorable, para los demás es una asignatura aburrida, los recursos –el libro de texto y la pizarra- no les satisfacen y las clases se valoran negativamente. El 85 % de los alumnos del grupo cooperativo y tic valoran positivamente las clases.

Consideran la materia de física interesante o divertida en el caso del grupo tradicional un 4%, en los otros grupos en torno al 40%. En cuanto al interés por la materia de física: el grupo tradicional pasa de 44% a 18%, en cambio en el grupo cooperativo pasa de 40% a 83% y el grupo tic pasa de 57% a 82%.

Respecto de la comprensión de los conceptos: en el grupo tradicional un 24% ha comprendido bien los contenidos de la materia, mientras que los alumnos del grupo cooperativo y del grupo tic están en torno al 60% los que afirman lo mismo.

Al realizar otra vez el estudio comparativo del interés que suscitan las materias del curso en los alumnos, los del grupo cooperativo y tic se sienten mucho más motivados por la materia de física de lo que estaban y manifiestan la mayor motivación por esta asignatura. Sin embargo, los alumnos del grupo tradicional se sienten desmotivados después de la investigación, de hecho su interés por la materia ha disminuido. Sin embargo, ha disminuido de forma parecida en las demás materias, esto significa que estos alumnos no han captado ninguna diferencia didáctica respecto de las otras materias.

En consecuencia, a la vista de todos estos datos se puede decir que la metodología didáctica que emplea el profesor tiene una influencia notoria en la motivación, el método tradicional no resulta tan ameno ni tan motivador, hace que los alumnos estén menos atentos y menos interesados. Sin embargo, la metodología del aprendizaje cooperativo y el uso de medios audiovisuales generan una especial motivación en el alumnado, que se concreta en mayor atención e interés por la asignatura que facilita una mejor asimilación de contenidos.

#### ***Aprendizaje de los conceptos básicos de la termodinámica***

Hemos dedicado tres apartados al análisis de los diferentes tipos de conocimientos sobre los que se llevó a cabo la indagación: aspectos teóricos o conceptuales, la elaboración de los ejercicios y la resolución de los problemas.

*a) Respecto de la teoría o sobre las definiciones.* Los resultados, en la parte puramente teórica, manifiestan con notable elocuencia el carácter significativo de la perspectiva metodológica: los grupos cooperativo y tic logran unos resultados brillantes (más del 80%) y el grupo tradicional obtiene un resultado discreto que, teniendo en cuenta la experiencia docente del investigador en el nivel educativo objeto de estudio, puede valorarse como un resultado frecuente en los exámenes de esta asignatura, lograr poco más del 50%. Con la aplicación y los resultados de esta investigación legitima afirmar que, con nuevos métodos, se han conseguido mejores resultados y en consecuencia, parece obvia la necesidad de avanzar en el conocimiento y diseño práctico de nuevos procedimientos metodológicos. Por consiguiente, la implementación de dichas metodologías en los procesos de la enseñanza-aprendizaje constituye un objetivo operativo de la tesis y, por tanto, una de las aportaciones de la investigación.

*b) Resultados sobre la elaboración de los ejercicios:* Con relación a la elaboración de los ejercicios se pueden inferir dos conclusiones que consideramos de significativa relevancia. La primera se refiere a la necesidad de que el profesor sea consciente que los estudiantes, en este caso de 3º de la ESO, tienen interiorizados y en su parecer bien fundados preconcepciones que chocan con las aportaciones científicas. *En la elaboración de los ejercicios suelen prevalecer estas preconcepciones sobre las conclusiones científicas, porque tales preconcepciones son significativas para ellos.* Es necesario aplicar notables esfuerzos por parte del profesorado con el fin de hacerles ver el error de sus preconociones.

La segunda conclusión viene a refrendar la *positiva relación entre los resultados y los procedimientos metodológicos seguidos en la clase para la explicación de estos o similares ejercicios*. El grupo tradicional se queda en un resultado muy pobre (32%). El profesor en este caso no les ha ilustrado la ciencia, no se la ha hecho ver, no les ha mostrado qué es un cambio de estado, no se midió la densidad con ayuda de una balanza y una probeta, ni se les mostró cómo varían la presión, el volumen y la temperatura en un gas. Estimo que estas carencias metodológicas provocan una diferencia tan manifiesta. Los resultados de estas cuestiones en el caso del grupo cooperativo y del grupo tic son más bajos que en el caso de las definiciones ya que aquí influye el manejo de las matemáticas que tengan, de hecho el error matemático en el grupo cooperativo fue del 13% y en el del grupo tic estuvo en torno al 28%. Tal situación perjudicó la brillantez de los resultados, si bien alcanzaron unos niveles muy buenos, 67% y 66% respectivamente.

*c) La resolución de los problemas.* Generalizando la reflexión sobre los resultados hallados en la solución de los problemas hay una primera conclusión bien fundada: cuando la resolución de los problemas requiere cierta capacidad de pensar y reflexionar, no parece pertinente dejar todo a simples animaciones y recursos audiovisuales. Estimamos que esto no es suficiente. Los resultados nos afianzan en la hipótesis de que los medios audiovisuales sirven para motivar, les ayudan a la comprensión de los conceptos pero, por sí solos, no hacen razonar a los alumnos, hace falta más. También se ha detectado que la inteligencia tiene un papel destacado. En la resolución de un problema, un alumno con capacidad extraordinaria puede llegar a razonar de forma correcta, sin embargo si un alumno tiene poca capacidad a lo mejor no llega a adaptar lo que sabe a las diferentes situaciones.

En el supuesto de que a todas las cuestiones se le atribuyera el mismo valor, es decir, las distintas cuestiones planteadas en la teoría, los ejercicios y los problemas valen lo mismo en todos estos casos: el grupo cooperativo logra una mejor media que están en torno a un 65%, el grupo tic es el segundo en todos estos casos con una media de 58% y el grupo tradicional obtiene una media de 41%. En consecuencia, está claro que las metodologías han tenido una gran influencia en la comprensión de los conceptos, elaboración de ejercicios y resolución de problemas de la termodinámica tomados como objeto de estudio para la investigación.

Según los datos obtenidos, en relación a los problemas, al grupo tradicional corresponde la peor puntuación de los tres grupos en más del 50% de las cuestiones. El grupo cooperativo ofrece mejores resultados en más de 50% ante las preguntas planteadas. El grupo tic se coloca en una situación intermedia entre los otros dos grupos. Queremos también subrayar que los resultados logrados se aproximan en los tres escenarios metodológicos cuando se plantean problemas con un grado de dificultad alto, en que se hace necesario establecer un razonamiento elaborado con precisión o en el que se relacionan varios conceptos y se ha de acceder a conclusiones complejas. En estos casos de complejidad y dificultad para afrontar la resolución de tales problemas los resultados parecen ser menos decisivos y casi indiferentes a la metodología didáctica empleada.

### ***Relación entre inteligencia y resultados***

Del análisis de los datos, en mi parecer, queda suficientemente demostrado que la inteligencia guarda estrechas vinculaciones con los resultados hallados. En términos generales, en el test sobre los conocimientos de física *los alumnos, que obtuvieron mejores resultados en la parte de teoría, ejercicios y problemas, manifiestan un nivel mayor de inteligencia que los demás*. En la perspectiva contrapuesta, los alumnos que han obtenido peores calificaciones en la teoría, los ejercicios y los problemas de física, por las medidas efectuadas muestran un nivel de inteligencia inferior. Sin embargo, de los análisis efectuados sobre los resultados, no parece tan significativa la influencia del factor inteligencia en los aspectos teóricos y aún en los ejercicios, mientras que *en los problemas la inteligencia parece asumir un papel decisivo* de la mayor importancia.

En las relaciones entre las inteligencias y los procedimientos metodológicos aplicados, el objetivo de la tesis parece confirmarse plenamente: *las metodologías didácticas aplicadas han facilitado el aprendizaje de forma significativa*. Es relevante también que, en la consecución de determinados objetivos del test, la exigencia de inteligencia sea menor en los grupos cooperativo y tic que en el grupo tradicional. De ello parece inferirse que, para responder mejor a la teoría y a los ejercicios, el esfuerzo de la inteligencia parece revestir una menor exigencia en el escenario cooperativo y tic que en el método tradicional. Sin embargo, queda muy claro que *para afrontar con éxito los problemas es decisiva la actividad de la inteligencia*.

a) *La inteligencia verbal*. En cuanto a la *inteligencia verbal*, aunque es difícil y arbitrario separar los efectos de unos y otros tipos de inteligencia, puesto que la presencia destacada de la aptitud verbal en los alumnos se ve acompañada, de manera relevante, de otros tipos de inteligencia. *De los datos analizados parece inferirse su notable proximidad con el estudio de la física, como una de las aptitudes fundamentales para su comprensión conceptual*. Esta capacidad parece influir en la consecución de unos resultados más o menos satisfactorios en las preguntas de teoría física, en función de la relevancia o irrelevancia de su presencia en los alumnos integrantes de los grupos investigados.

Estos alumnos también consiguen puntuaciones diferenciadas en otros aspectos del test, pero no son tan relevantes en comparación con los efectos producidos por los alumnos dotados de otras capacidades, como las diferencias existentes en las áreas de la teoría física en alumnos con gran capacidad de inteligencia verbal. Se produce también la circunstancia de que el grupo de los alumnos mejor dotados en el tipo de inteligencia verbal obtienen mejores resultados en la teoría que la media del curso, hecho que no se cumple para las otras inteligencias estudiadas.

Otra prueba más a favor de esta conclusión: en los alumnos con buenas puntuaciones en la teoría, la inteligencia verbal es la única capacidad cuyos valores son superiores a la media, mientras que no aparecen próximas vinculaciones de intensas relaciones con los otros tipos de inteligencia. En cambio, no se ha demostrado que haya correlación entre la puntuación en los ejercicios y su inteligencia verbal, puesto que el estudio efectuado sobre aquellos alumnos que no habían acertado los ejercicios tenían inteligencias verbales medias o incluso superiores a la media. Se podría decir que, con el

resultado de los problemas puede darse una correlación pequeña con el nivel de inteligencia verbal. No parece que podamos concluir que el papel de esta inteligencia sea decisivo en la consecución del éxito a la hora de afrontar los problemas.

*b) La inteligencia lógico-matemática.* Esta facultad se ha estudiado con los términos de *razonamiento abstracto* y *aptitud numérica*, al comparar estas dos capacidades se ha evidenciado una gran correlación entre los valores de la una y de la otra. Son dos capacidades en las que se obtienen menores diferencias entre las medias de los resultados de la teoría, referidos a los alumnos con mayor y menor dotación en este tipo de inteligencia. Del análisis de los datos mostrados en el capítulo, se infiere que en las áreas de teoría de la física no se manifiestan vinculaciones muy significativas con este tipo de inteligencia. Aunque es una obviedad que todos los tipos de inteligencia guardan relaciones próximas con todos los saberes y decisiones humanas, sin embargo, también se constata de los datos analizados que las capacidades de *razonamiento abstracto* y *aptitud numérica* no manifiestan específicas vinculaciones con el aprendizaje de los aspectos teóricos de la física.

En cambio, se manifiesta con claridad más que meridiana la correlación entre esta capacidad y los resultados de los problemas de física que han elaborado los alumnos investigados y no aparecen con igual contundencia las relaciones entre ésta y los resultados de los ejercicios. Han aparecido algunos datos contrarios al establecimiento de definitivas correlaciones en el caso de los ejercicios. Sin embargo, muchos son los datos que avalan una significativa correlación en el caso de los problemas. Puede darse el caso de que en algún problema el razonamiento abstracto no haya sido de gran valor, sin embargo sí se tiene correlación entre los resultados de los problemas en general con el razonamiento abstracto y la aptitud numérica, mayor correlación cuanto mayor dificultad tenga el problema a tratar.

*c) La inteligencia espacial.* Este tipo de inteligencia no presenta una correlación especialmente significativa con los otros tipos de inteligencia estudiados en el presente capítulo de la tesis, pero parecen existir algunos rasgos comunes. La inteligencia espacial se manifiesta con eficacia con el manejo de gráficas, de hecho en el problema de

este estilo que venía en el test se pudo corroborar este resultado. *Tampoco presenta correlación con los resultados de las preguntas de teoría del test.* En las otras partes de la física, *de los datos analizados no parece que puedan inferirse significativas correlaciones entre los ejercicios o los problemas y el nivel de inteligencia espacial*, si bien es cierto que algunos pero escasos datos pudieran apuntar hacia algún tipo de correlación. Todavía se pueden aducir otros datos de interés: algunos grupos de alumnos que logran unas puntuaciones buenas en problemas y ejercicios teniendo en cuenta que en determinados grupos, el nivel de inteligencia espacial parece menor que la media del curso. Por consiguiente, puede concluirse que no hay muestras evidentes de significativas correlaciones del tipo de inteligencia espacial con los otros tipos de inteligencia analizados.

### **9.3.- Propuestas derivadas de esta investigación**

Tomando en consideración los resultados expuestos durante la investigación, podemos sintetizar una serie de propuestas para el futuro

#### ***Propuesta acerca de la metodología didáctica.***

Es una hipótesis razonable que la experiencia suele confirmar que la enseñanza-aprendizaje de la física y de las ciencias en general presenta añadidas dificultades a los estudiantes. Desde este supuesto es razonable elevar a los organismos estatales y de las comunidades autónomas, implicadas en las instituciones educativas la necesidad de disponer de recursos para favorecer la investigación teórica y práctica sobre nuevas metodologías educativas con el objetivo de lograr un mayor éxito en el aprendizaje de la física en concreto y de las ciencias en general.

Este esfuerzo exige seguir invirtiendo en más recursos y formación en TIC, pero también en la búsqueda de medios tecnológicos más avanzados y en el campo de las nuevas metodologías educativas para lograr una mayor facilidad de aprendizaje de las ciencias. Esto implica poner en funcionamiento planes de perfeccionamiento metodoló-



gico, que comprendan varias entidades educativas, favorecer grupos de investigación que engloben a diferentes profesores de una misma materia, en los que se investigue sobre las metodologías más eficientes a la hora de enseñar ciencia.

Además de realizar este estudio para comprobar las posibilidades de generalizar estos resultados a conjuntos más numerosos de alumnos. Si estas conclusiones se pudiesen obtener también mediante otros estudios complementarios y referidos a otras partes de la física o a otras ciencias como la química y la biología, incluso también en campos diferentes a las ciencias, se podría avanzar en los procedimientos de enseñanza–aprendizaje que pudiesen ser generalizados.

### ***Aspectos motivacionales frente a la metodología.***

Ante la deserción de los alumnos respecto de los estudios de ciencias, es obligado avanzar en otras investigaciones que aporten luces en la verificación de las dimensiones motivadoras que albergan los estudiantes respecto de los estudios de ciencias con el objetivo de corroborar que el proceso de enseñanza–aprendizaje de las ciencias, llevado a cabo con diferentes metodologías didácticas, genera mayor motivación respecto a estos estudios. De este modo además de mejorar los resultados se estaría reduciendo las cifras de fracaso escolar actuales.

En este trabajo se ha constatado que la motivación es un factor importante en el éxito de los estudios científicos, un alumno interesado por una materia suele rendir más y es más eficiente en su proceso de aprendizaje, incluso ha sido capaz de dedicar más horas en el estudio de dicha disciplina de manera satisfactoria. Sería interesante poder verificar si las metodologías aplicadas en esta investigación producen los mismos resultados en otros alumnos, en otros cursos, en otros centros y respecto de otras disciplinas científicas.

### ***Los diferentes tipos de inteligencias y sus efectos.***

Los resultados analizados de la muestra de estudio, como ya ha sido referido, muestran las distintas capacidades y diferencias en las inteligencias lingüística,

matemática y espacial, y en función de sus capacidades requieren distintas metodologías en cada caso.

Como ha quedado reflejado, sería interesante continuar investigando para determinar qué metodologías didácticas se ajustan mejor a cada tipo de inteligencia. Es importante que el profesor tenga presente las capacidades y estilos cognitivos de los alumnos, para de esa manera incidir con mayor eficacia en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

También sería de interés para el proceso de enseñanza–aprendizaje conocer cuáles son las capacidades que tienen mayor importancia en los resultados de disciplinas tan diversas como la lengua, matemáticas, física, química, geografía, tecnología, música, etc. Siendo también importante en la orientación de los alumnos en la elección de sus estudios universitarios.

De todo lo anteriormente expuesto, consideramos que la educación en la sociedad globalizada del conocimiento exige una mejora de la calidad educativa, que puede tener varias dimensiones: la formación del profesorado, la implantación de las TIC en el aula y la aplicación de la didáctica con su pluralidad metodológica y de recursos. En los resultados de este trabajo, resulta evidente que las metodologías aplicadas, denominadas en esta tesis con los términos tradicional, cooperativo y tic, conllevan diferentes resultados en el aprendizaje y en la motivación del alumnado de ciencias. El aprendizaje cooperativo y la ayuda de los medios audiovisuales facilitan de forma clara el éxito de los alumnos en la apropiación de conocimientos y en su disposición a afrontar los contenidos del área de ciencias. Asimismo, no sólo debe prestarse atención a las metodologías sino que también han de tenerse en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje, inteligencias y particularidades que tienen los alumnos y que pueden facilitar o dificultar la comprensión de los conceptos científicos. Los resultados, el análisis y la reflexión alientan la investigación para mejorar la formación del profesorado, conocer las metodologías más idóneas para la optimización del proceso de enseñanza aprendizaje y como consecuencia la mejora de los resultados educativos.



## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- AA.VV. (2002). *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Pirámide.
- AA.VV. (1997). *Filosofía de la educación hoy*. En Diccionario filosófico-pedagógico. Madrid: Dykinson.
- ACEVEDO DÍAZ, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. En *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias (Cádiz)*. 5 (2) 134-169.
- ALIBERAS, J. (1989). *Didactica de les ciencies. Perspectives actuals*. Vic: eumo.
- ALLEN, D.W. y RYAN, K..A. (1969). *Microteaching*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- ALMARCHA, A.; DE MIGUEL, A. et al. (1969). *La documentación y organización de los datos en la investigación sociológica*, Madrid: Confederación Española de Cajas de Ahorros.
- ALONSO, C., GALLEG0, D. y HONEY, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje*. Bilbao: Mensajero.
- (1999). *Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Mensajero.
- ALTAREJOS, F.; RODRÍGUEZ SEDANO, A. Y FONTR0DONA, J., (2003). *Retos educativos de la globalización*. Hacia una sociedad solidaria. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, S.A. (EUNSA).
- ALVIRA, F., (1982). “La perspectiva cualitativa y cuantitativa en las investigaciones sociales”, Madrid: *Estudios de Psicología*, 11, 34 – 36.
- (1984), “*La investigación Sociológica*”, en DEL CAMPO, S. Tratado de sociología 1, Madrid: Taurus.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. DSM IV TR (2003). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Barcelona: Masson.
- ANDERSSON, B. (1979). Some aspects of children’s understanding of boiling point. Proceedings of an international seminar on cognitive development research in science and mathematics. Leeds: Universidad de Leeds.
- ANDRESKI, S., (1973). *Las ciencias sociales como forma de brujería*. Madrid: Taurus.
- ANN BARNETT, J. (2007). *La teoría de las inteligencias múltiples en la enseñanza-aprendizaje de inglés como lengua extranjera*. (Tesis Doctoral UCM)

- ARANGUEREN, J. L., (1967). *La comunicación humana*. Madrid: Guadarrama.
- ARANGUREN, L. (2000). *La solidaridad como encuentro*. En AA.VV. El proceso de globalización mundial. Barcelona: Documentos Intermón.
- ARGUELLES, A. (1997). *Formación basada en competencias laborales*. Mexico: Limusa.
- ARON, R.(1970). *Las etapas del pensamiento sociológico*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- \_\_(1967). « Quést-ce qu'une théorie des relations internationale? », en *Revue Francaise de Science Politique*, p. 837 – 861.
- ARROYO, A., CASTELO, A. y PUEYO, M. (1994). *El departamento de orientación: Atención a la diversidad*. Madrid: Narcea.
- AULT, C.(1982). Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. *Journal of geological education (New York)* 30, 304-309.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1989) *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- AUSUBEL, D. (1976). *Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- \_\_(1973). *La educación y la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo.
- BAIN,K. (2005). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Valencia: Universitat de Valencia.
- BAKEMAN, R. y GOTTMAN, J.M. (1989). *Observación de la interacción: introducción al análisis secuencial*. Madrid: Morata.
- BARÁ, J., DOMINGO, J. y VALERO, M. (2007). *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Taller de formación en la Universidad Politécnica de Cataluña.
- BARBETTA, M.G.; LORIA, A.; MASCELLANI, V. y MICHELINI, M. (1985). *An investigation on students' frameworks about motion and the concepts of force and energy*. En AIKENHEAD, G. Renegotiating the culture of school science. London: open university press.
- BARKOW, J.; COSMIDES, L. y TOOBY, J. (1992). *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of a culture*. New York: Oxford university press.
- BARON y STERNBERG, R.J. (1990). *Intellectual styles: theory and classroom implications*.En B.Z. Presseisen et al. Learning and thinking styles: classroom interaction. Washington: National Education Association.
- BAUMAN, Z. (2007). *Tiempos líquidos*. Barcelona: Tusquets.
- BAUMANN, J. (1990). *La comprensión lectora (cómo trabajar la idea principal en el aula)*. Madrid: Visor Distribuciones.
- BECK, U. (2006). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI.
- \_\_(1998) *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*.Barcelona: Paidós.

- BELTRÁN LLERA, J.A. (1984). Psicología de la educación: una promesa histórica. *Revista española de pedagogía (Madrid)* 41, 162, 523-544.
- \_\_\_(1993) *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- \_\_\_(2003) *Conferencia de Enseñar a aprender*. Conferencia de clausura del segundo congreso de EDUCARED.
- \_\_\_(2003) Estrategias de aprendizaje. *Revista de educación (Madrid)* 332, 55-73.
- BEN-ZVI, A. (1990). Macro-micro relationships: a key to the world of chemistry. *Actas del seminario Relating macroscopic phenomena to microscopic particles. 183-197*. Utrecht.
- BERNARDO CARRASCO, J. (2004). *Una didáctica para hoy. Cómo enseñar mejor*. Madrid: Rialp.
- BLACK, M. (1967). *Modelos y Metáforas*. Madrid: Tecnos.
- BLACK, R, y LUCAS, A. (ed.1993). *Children's Informal Ideas in Science*. London: Routledge.
- BLAKEMORE, S. y FRITH, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro*. Barcelona: Ariel.
- BLAZQUEZ E.F. y LUCERO F.M. (2002). *Los medios y los recursos en el proceso didáctico*. En MEDINA R., A. y SALVADOR M., F. (Coord.). *Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- BLOOM, B.S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York : McGraw Hill.
- \_\_\_(1979). *Taxonomía de los objetivos educativos*. Alcoy: Marfil
- BOBBITT, F. (1918) *The curriculum*. Boston: Houghton Mifflin.
- BOND, D. y FELETTI, G. (1991). *The challenge of based learning*. London: Kogan Page.
- BOWER, G.H. (1975). *Cognitive Psychology: An introduction*. En BELTRÁN, J. (1993) *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- BRANDSFORD, J. (1979). Human cognition: learning, understanding and remembering. Belmont: Wadsworth.
- BROMAGE, B.K. y MAYER, R.E. (1986). Quantitative and qualitative effects of repetition on learning from technical text. *Journal of Educational Psychology (Washington)* 78, 271-278.
- BROWN, W. (1910). Some experimental results in the correlation of mental abilities. *British Journal of Psychology*, 3 (3), 296-322.
- BRUNER, J. (1981). *El habla del niño*. Barcelona: Paidós.
- \_\_\_(1996) *The culture of education*. Cambridge, Mass.: Harvard university press.
- BÜHLER, K. (1985; 1934, 1ª). *Teoría del lenguaje*. Madrid: Alianza.
- BUNGE, M., (1963). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Ares: Siglo Veinte.
- \_\_\_ (1972). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

- CAAMAÑO, A.(1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de innovación educativa (Barcelona)* 9, 61-68.
- CABALLER, M.J. y OÑORBE, A. (1997). *Resolución de problemas y actividades de laboratorio*. En CARMEN, L. (coord) *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*.(107-132) Barcelona: ICE-Horsori.
- CALATAYUD, M.L., GIL, D. y GIMENO, J.V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes?. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado(Valladolid)*, 14, 71-81.
- CALZADILLA, M.E. (2001). Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación, en *OEI-Revista Iberoamericana de Educación* (Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador) 1-10.
- CAMPANARIO, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 369-380.
- CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias* 17 (2), 179-192.
- CAMPBELL, T. (1992). *Siete teorías de la sociedad*, Madrid: Cátedra.
- CAMPO, S., (1962). *La sociología científica moderna*, Madrid: Instituto de Estudios Políticos.
- (1975), “Empirismo”, “Hipótesis”. En el *Diccionario de Ciencias Sociales*, Madrid: Instituto de Estudios Políticos, vol. I.
- CAÑAL, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*. (209-238) Ed. Marfil. Alcoy.
- CARBONELL S., J. (2008). *Una educación para mañana*. Barcelona: Octaedro.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias(Barcelona)*, 3, 113-120. En CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)* 17 (2), 179-192.
- CARRERA I CARRERA, J. (2003). *Mundo Global Ética Global*, Cuadernos C J, nº de abril, 118, 1-32. Barcelona: Cristianisme i Justícia.
- CARROLL, J. (1963). A model for school learning. *Teacher College Record. (New York)* 64 (8). 723-733.
- CARROLL, J.B. (1993). *Human cognitive abilities*. Cambridge MA: Cambridge university press.

- CASOTTI, M. (1956; ed. 1973). *Didattica*. Brescia: La Scuola.
- CASTILLO, J., (1998). *Introducción a la Sociología*. Madrid: Guadarrama.
- CAZDEN, C.B. (1986). *Classroom discourse*. En WITTROCK, M. Handboobk of research on teaching. (392-431). New York: McMillan.
- CEBERIO, M.; GUIASOLA, J. y ALMUDÍ, J.M. (2008). ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de física y qué resultados alcanzan? *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)*, 2008, 26 (3), 419-430.
- CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enigné*. Grenoble: La pensee sauvage.
- CHINOY, E., (1968). *La Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- CHO, K. (2001). Chronic jet lag produces temporal lobe atrophy and spatial cognitive deficits. *Nature neuroscience (London)* 4, 557-578.
- CICYT, (2007). *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología*. Madrid: edita FECYT.
- CLAPARÉDE, E. (1931) *La educación funcional*. Madrid: Biblioteca Nueva, ed. 2008.
- CLARK, C. y PETERSON, P. (1990). *Procesos de pensamiento de los docentes*. En WITROCK,M. La investigación de la enseñanza. Barcelona: Paidós.
- CLAXTON, G. (1991). *Educación mentes curiosas*. Madrid: A. Machado libros.
- CLIMENT GINE, G.(2002). Des de l'esfera dels valors. *Revista de Blanquerna (Barcelona)*, 7.
- CLOUGH, E. y DRIVER, R. (1985). *Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together personal and scientific views*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A.. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- COBO SUERO, J. M. (2005). *Otro mundo es posible*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S. (2002). *Dentro/fuera. Enseñantes que investigan*. Madrid: Akal.
- COHEN, M., (1965). *Razón y naturaleza*. Buenos Aires: Paidós.
- COLL, C. y SOLÉ, J. (1990). *La interacción profesor/alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- (2006). *Los profesores y la concepción constructivista*. En AA.VV. El constructivismo en el aula. (7-25). Barcelona: Graó.
- COLL, C.; MARTÍN, E. y ONRUBIA, J. (2001). *La evaluación del aprendizaje escolar: dimensiones psicológicas, pedagógicas y sociales*. En COLL, C.; PALACIOS, J. y MARCHESE, A. Desarrollo psicológico y educación, 549-572. Madrid: Alianza.
- COLOM CAÑELLAS, A. y NÚÑEZ CUBERO, L. (2001). *Teoría de la educación*. (253-289) Madrid: Síntesis.



- COMENIO, J.A. (1632). *Didáctica Magna*. Madrid: Reus. Tomado de GER, tomo VII (1972). Madrid: Rialp.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, Informe de la Comisión: Futuros objetivos precisos de los sistemas educativos, Com (2001), 59 final, Bruselas 31/01/2001.
- COMITÉ DE EDUCACIÓN DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC) (2005). *Calidad en educación, calidad de la educación*. Madrid: Asociación Española para la Calidad.
- COMTE, A., (1993). *Discurso sobre el espíritu positivo*. Madrid: Alianza.
- COSGROVE, M. y OSBORNE, R. (1981). *Physical change*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- CRONBACH, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of the test. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- CRONBACK, L.J. (1975). Beyond the two disciplines of scientific psychology. *American psychologist (Washington)* 30 (2), 116-127.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1990). *The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row.
- DANSERAU, D.F. (1978) *The development of a learning strategies curriculum*. En H.F. O'Neil (ed.) Learning strategies. Nueva York: Academic press.
- DAVID, P. A. y FORAY, D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Revista Internacional de Ciencias Sociales (Venezuela: OEI)* 171, 1 – 22.
- DECETY, J. et al. (1997). Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. *Brain (Oxford)* 120, 1763-1777.
- DEFIOR CITOLER, S. (1996). *Las dificultades de aprendizaje. Un enfoque cognitivo*. Málaga: Aljibe.
- DEL CARMEN, L. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- \_\_(2000) *Los trabajos prácticos*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (267-288) Ed. Marfil. Alcoy.
- DELORS, J. y otros (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- DEWEY, J. (1927) *Filosofía de la educación: los valores educativos*. Madrid: la lectura.
- \_\_(1989). *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós.
- DÍAZ ALCARAZ, F.(2002). *Didáctica y currículo: un enfoque constructivista*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha.

- DIVESTA, F. y RIEBER, L.(1987). Characteristics of cognitive engineering. *Educational communication and technology Journal(Bloomington)*, 35,4,213-230.
- DOMJAN, M. y BURKHART, B. (1990). *Principios de aprendizaje y de conducta*. Madrid: Debate.
- DOW, W.; AULD, J. y WILSON, D. (1978). *Pupils' concepts of gases, liquids and solids*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- DOYLE, W. (1978). *Student mediating responses in teaching effectiveness*. Texas: Deuton TX..
- DRIVER, R. y RUSSELL, T. (1982). *An investigation of the ideas of heat, temperature and change of state of children aged between 8 and 14 years*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- DRIVER, R; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.: WOOD-ROBINSON, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education (Madison, WI)* 75(6), 649-672.
- DURKHEIM, E., (1965). *El suicidio*. Buenos Aires: Schapire.
- (1974). *Las reglas del método sociológico*. Madrid: Morata.
- DWECK, C. (1986). Motivational processes affecting learning. *American psychologist (Washington)*, 41, 1040-8.
- ECHEVARRÍA, J. (2000). Conocimiento en el medio ambiente digital. *Nueva Revista*. (Madrid) 70, julio – agosto, 25-29.
- EGIDO GÁLVEZ, I. y otros (2007). El aprendizaje basado en problemas como innovación docente en la universidad: posibilidades y limitaciones. *Revista educación y futuro(Madrid)*, 16, 85-100.
- EISNER, E.W.(1979). *Educational imagination*. New York: McMillan.
- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA, tomo XVIII. (1915). Barcelona: Espasa-Calpe.
- ESCÁMEZ SÁNCHEZ, J. (1993). *José Ortega y Gasset. Perspectivas (París)*, vol. XXIII, nº 3-4, págs. 808-821.
- ESCUDERO MUÑOZ, J.M. (1981). *Modelos didácticos*. Barcelona: Oikos-Tau.
- ESTEBARANZ, A. (2001) *Planificación y construcción del cambio en Educación Secundaria*. Sevilla: Mergablum.

- ESTEVE, J.M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria*. Barcelona: Ariel.
- ETZIONI, A. (2001). *La Tercera Vía hacia una buena sociedad*. editorial. Madrid: Trotta.
- EYSENCK, H.J. (1982). *Un modelo para la inteligencia*. London: Penguin books.
- FELIZ, T., SEPÚLVEDA, F. y GONZALO, R. (2008). *Didáctica general para educadores sociales*. Madrid: Dykinson.
- FERNÁNDEZ NISTAL, M.T.; TUSET, A.; PÉREZ IBARRA, R. y LEYVA, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 27(2) 287-298.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, J. (2010). *¿Cómo se hace la ciencia? Y ¿Cómo se comportan los científicos?*. En MACEIRAS, M. y MÉNDEZ, L., Ciencia e investigación en la sociedad actual. Salamanca: San Esteban.
- FERNÁNDEZ, A.(coord.) (1996). *Didáctica general*. Barcelona: UOC.
- FERNÁNDEZ-VALMAYOR, A., LÓPEZ-ALONSO, C. y FERNÁNDEZ-MANJON, B. (2000). *Building university electronic educational environments*, 51-66. IFIP. Boston: Kluwer academic publishers.
- FERRÁNDEZ, A. y SARRAMONA, J. (1984). *La educación. Constantes y problemática actual*. Barcelona: CEAC.
- FERRÁNDIZ LÓPEZ, P. (1997). *Introducción*. En AA.VV. Psicología del aprendizaje. (11-48). Madrid: Síntesis.
- FERRATER MORA, J., (1951). "Teoría". En el *Diccionario de Filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.
- FERRIERE, FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)*. 19 (3), 365-376.
- FLANDERS, N. (1977). *Análisis de la interacción didáctica*. Salamanca: Anaya.
- FLAVELL, J. (1976). *Metacognitive aspects of problema solving*. En RESNICK, L.B. The nature of intelligence. Hillsdale, Michigan: LEA.
- FODOR, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: The MIT press.
- FONTAINE, P. (2003). *Doce lecciones sobre Europa*, (D. E.), Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- FREIRE, P. (1965) *La educación como práctica de la libertad*. Sao Paulo: Cavilicao brasileira.
- \_\_\_(1978)*Educación como práctica de la libertad*. México: siglo XXI.
- \_\_\_(1998). *Pedagogia da autonomia*. Río de Janeiro: Paz e Terra.

- FULLAN, M. (1985). Change processes and strategies at the local level. *The Elementary School Journal (Chicago)*, 84, 390-420.
- GAGE, N.L. (1977). *The scientific basis of the art of teaching*. New York: Teacher college press.
- GAGNÉ, E. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston: Little Brown and company.
- GAGNÉ, R.M. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- \_\_(1987). *Instructional Technology: Foundations*. Londres: Laurence Erlbaum Associates.
- GAGNE, R. y BRIGGS, L. (1976). *Planificación de la enseñanza*. México: Trillas.
- GALACHE, I. y PÉREZ, P. (1998). Análisis de libros de texto: un recurso didáctico. *Didáctica de las ciencias y transversalidad (Málaga)* 267-273.
- GALBRAITH, J.K. (1996). *Una sociedad mejor*. Barcelona: Crítica.
- GALLEGO ORTEGA, J.L. y SALVADOR MATA, F.(2002). *Metodología de la acción didáctica*. En MEDINA RIVILLA, A. y SALVADOR MATA, F. (coords.) *Didáctica general*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- GARCÍA GARCÍA, E. (1988). Condición social y feminización del profesorado de Educación Básica. *Revista de Educación (Madrid)*, 285, 249- 266.
- \_\_(1997). Inteligencia y Metaconducta. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 50, 297-312.
- \_\_(1996). Estrés, profesión docente y personalidad del docente. *Ansiedad y Estrés (Madrid)*, 2(2-3). 245-260.
- \_\_(2001) *Mente y cerebro*. Madrid: Síntesis.
- \_\_(2005). Teoría de la mente y desarrollo de las inteligencias, en *Educación Desarrollo y Diversidad*. Vol. 8, 1, 5-54.
- \_\_(2007). *Nuevas perspectivas científicas y filosóficas sobre el ser humano*. Madrid: Universidad Comillas.
- \_\_(2008). “Neuropsicología y educación. De las Neuronas Espejo a la Teoría de la Mente”, en la *Revista de Psicología y Educación*, 3,1, 69-89.
- \_\_(2009). *Aprendizaje y construcción del conocimiento*. En LÓPEZ ALONSO, C. y MATESANZ DEL BARRIO, M. Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad. (21-44) Madrid: Biblioteca nueva.
- \_\_(2009). *Identidad profesional y responsabilidad moral del profesor*. En MACEIRAS, M y MEJÍA, R. (2009). *Investigación e innovación*. Salamanca: San Esteban.
- GARCÍA GARCÍA, E. Y MUÑOZ, J. (1999). *Teoría evolucionista del conocimiento*. Madrid: Editorial Complutense.

- GARCÍA HOZ, V. (1970). *Principios de pedagogía sistémica*. Madrid: Rialp.
- \_\_(1980). *La educación en la España del siglo XX*. Madrid: Rialp.
- GARCÍA HOZ, V. (coord.) (1992). *Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Rialp.
- GARDNER, H. (1983). *Frames of Mind. The theory of multiple intelligences*. New York: Basicbooks.
- \_\_(1988). *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidós.
- \_\_(1993). *Multiple intelligences: the theory in practice*. New York: Basicbooks.
- \_\_(1999). *Intelligence reframed*. New York: Basicbooks.
- GELI, A.M. (2000). *La evaluación de los procesos y de los resultados de la enseñanza de las ciencias*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*.(187-206) Alcoy: Marfil.
- GERVILLA, A. (1988). *El currículum: Fundamentación y modelos*. En MEDINA, A. y SEVILLANO, M.L. *Didáctica-Adaptación*. (221-370). Madrid: UNED.
- GIBSON, Q., (1961). *La lógica de la investigación social*. Madrid: Tecnos.
- GIMENO SACRISTÁN, J. (1982). *Pedagogía por objetivos: la obsesión por la eficiencia*. Madrid: Morata.
- \_\_(1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- GIMENO SACRISTÁN, J. et al. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- GIROUX, H. (1987). La formación del profesorado y la ideología del control social. *Revista de Educación (Madrid)*, 284, 53-76.
- GONZALES, I. y ZARAGOZA, G. (1985). Siglo y medio de libros de texto. *Cuadernos de pedagogía (Barcelona)* 122, 4-6.
- GONZÁLEZ SEARA, L., (1971). *La sociología, aventura dialéctica*. Madrid: Tecnos.
- GONZÁLEZ SOTO, A.P.; MEDINA, A. y DE LA TORRE, S. (1995). *Didáctica general: modelos y estrategias para la intervención social*. Madrid: universitas.
- GOODE, W.J. Y HATT, R.K., (1952). *Methods in Social Research*. New York: McGraw-Hill Book Co..
- GOWIN, D. y NOVAK, J.D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- GREGORC, A. (1985). *An adult's guide to style*. Columbia, CT: Gregorc associates inc.
- GUTIÉRREZ GARCÍA, J. L., (2001). *Introducción a la doctrina social de la Iglesia*. Baelona: Ariel.

- GUTIÉRREZ, G. (2002). *Globalización y derechos humanos*. En J. J. Tamayo – Acosta, 10 palabras clave sobre globalización (288) Estella: Verbo Divino.
- HABERMAS, J. (1982). *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus.
- HARGREAVES, D. H. & FULLAN, M. (1992). *Understanding teacher development*. Londres: Casell.
- HARGREAVES, D. H. (1996). *Profesorado, cultura y posmodernidad*. Madrid: Morata.
- HERBART, J.F. (1806). *Pedagogía general*. Madrid: la lectura.
- HERNÁNDEZ, R. (1997). *La profesionalidad Docente en Venezuela: Teoría, Elementos y Ejes que la conforman*. Tesis doctoral. Tarragona: ULA-URV
- HEWSON, P.W.(1981). *A conceptual change approach to learning science*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)* 12 (3), 299-313.
- HOLDING, B. (1987). *Investigation of schoolchildren's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomistic ideas*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- HONEY, P. y MUMFORD, A. (1982). *The manual of learning styles*. Maidenhead (UK): Peter Honey Publications.
- HORTON, P.B. Y HUNT, C.L., (1976). *Sociología*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- IGLESIAS, F. (2010). Analogías utilizadas habitualmente en la enseñanza de química básica en la E.S.O. *Alambique (Barcelona)*, 64, 86-98.
- IGLESIAS, M.C. et al., (1989). *Los orígenes de la teoría sociológica*. Madrid: Akal.
- INFORME ENCIENDE (2011). *Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas*. Madrid: Rubes.
- INKELES, A., (1982). *¿Qué es la Sociología?*. México: UTEHA.
- JAKOBSON, R. (1963; 1970). *Ensayos de lingüística general*. Barcelona: Ariel.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo: Xerais.
- \_\_\_(2000). *Modelos didácticos*, En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (165-186) Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. y SANMARTÍ, N. (1997). *¿Qué ciencia enseñar? Objetivos y contenidos en la educación secundaria*. En del CARMEN, L. (coord.) La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria (17-46) Barcelona: Horsori.

- JIMÉNEZ VALLADARES, J.D. (2000). *El análisis de los libros de texto*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (307-322) Alcoy: Marfil..
- JORBA, J. y SANMARTÍ, N.(1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.
- JOYCE, B. y WEIL, M. (1978). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya.
- JOYCE, B.; CALHOUM, E. y HOPKINS, D. (1997). *Models of learning: tools for Teaching*. Buckingham: Open University Press.
- JOYCE, B.; WEIL, M. y CALHOUM, E. (2002) *Modelos de Enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- JUIF, P. y LEGRAND, L. (1980). *Grandes orientaciones de la pedagogía contemporánea*. Madrid: Nancea.
- KANT, I. (1911). *Sobre educación*. Madrid: Daniel Jorro.
- KAPLAN, A., (1964). *The Conduct of Inquirí Chandler*. San Francisco: Publishing Co..
- KEMMIS, S. (1988). *El currículum: más allá de la teoría de la reproducción*. Madrid: Morata.
- KILLEEN, P. (1992). The reflex reserve. *Journal of the experimental analysis of behaviour (Indiana)* 50, 319-331.
- KIMBLE, G. et al. (1971). Effect of choice on paired-associate learning. *Journal of experimental psychology (New Jersey)* 91, 1, 47-53.
- KIRSCHNER, P. A. y SWELLER, J. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist (Washington)*. 41, 2, 75-86.
- KOSSLYN, S. M. y POMERANTZ, J. R. (1977). Imagery, propositions and the form of the internal representations. *Cognitive Psychology(London)*, 9, 52-76.
- KOSSLYN, S.M. (1994). *Image and Brain*. Cambridge: MIT Press.
- KUDER, G. F., y RICHARDSON, M. W. (1937). The theory of estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2, 151-160.
- KUIPER, W. (1993). *Currículo y didáctica general*. Quito: Abya-yala.
- KUNERT, K. (1979). *Planificación docente: el currículum*. Madrid: Oriens.
- LABRADOR, C. (2006). *Aportaciones significativas de la pedagogía contemporánea*. En MACEIRAS, M. y MEJÍA, R. Educación, globalización y desarrollo humano (85-108). Santo Domingo: Búo.
- LAMO DE ESPINOSA, E. (1994). *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Madrid: Siglo XXI – C.I.S.

- LATORRE, A., DEL RINCÓN, D. Y ARNAL, J., (2005). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Ediciones experiencia.
- LEBON, G.(1895) *Psicología de las masas*. Madrid: Morata, ed. 1983.
- LEBOUTET-BARRELL, L. (1976). Concepts of mechanics among young people. *Phys. Educ.(Arizona, EEUU)* 11 (7), 462-465
- LEVY-LEBOYER, C. (2000). *Gestión de competencias*. Barcelona: Gestión.
- LININGER, CH. A. Y WARWICK, D.P., (1978). *La encuesta por muestreo*. México: CECSA.
- LOCKE, J. (1693) *Algunos pensamientos sobre la educación*. Madrid: Akal, ed. 1986.
- LÓPEZ A., C. (2008). *La educación e investigación en la Unión Europea. El caso de España*. En MACEIRAS, M. y MEJÍA, R. (Coord.). *Investigación e innovación*. Salamanca: san Esteban.
- LORENZO, N. y PLA, M. (2001). *Teoría de la enseñanza: Modelos aplicados al proceso de enseñanza-aprendizaje*. En SEPÚLVEDA, F. y RAJADELL, N. *Didáctica para psicopedagogos*. (61-100). Madrid: UNED.
- LORET MOLA DE GARAY, J. (2008). Los estilos de aprendizaje de Honey-Alonso y el rendimiento académico en las áreas de formación general y formación profesional básica de los estudiantes del instituto superior “Nuestra Señora de Guadalupe”. *Revista estilos de aprendizaje (Brasil)*. 1. 201-213
- LUNETTA, V.N.(1998). *The school science laboratory: historical perspectives and context for contemporary teaching*. En HOFSTEIN, A. (2004) *The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation and research*. *Chemistry education: research and practice (Ioanina, Grecia)* 5 (3), 247-264.
- MACEIRAS F. M. y MÉNDEZ F.L. (coord.) (2010). *Ciencia e investigación en la sociedad actual*. Salamanca: san Esteban.
- MACEIRAS F., M. (2002). *Metamorfosis del lenguaje*. Madrid: Síntesis;
- \_\_(2006). *Política educativa, tecnociencia y desarrollo*. En MACEIRAS, M. y MEJÍA, R. y otros. *Educación, globalización y desarrollo humano* (14-50). Santo Domingo: Búo.
- \_\_(2007). *La experiencia como argumento* Madrid: Síntesis;
- MAGUIRE, E. A. (2001). Neuroimaging studies of autobiographical event memory. *Phil. Trans. Royal Society of London (London)* 356, 1441-1451.
- MALLART, J. (2001). *Didáctica: objeto, concepto, finalidades*. En SEPÚLVEDA, F. y RAJADELL, N. (coord). *Didáctica general para psicopedagogos*. (23-57) Madrid: UNED.
- MARCHESI, A. & MARTIN, E. (2000). *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Madrid: Alianza.
- MARÍN IBÁÑEZ, R. (1972). *Principios de la educación contemporánea*. Madrid: Rialp.



- MARTÍ, E. (1996). El constructivismo y sus sombras. *Anuario de Psicología (Barcelona)*, nº 69, 3 -18.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1995). El conocimiento escolar y profesional sobre el cambio químico en el diseño curricular investigando nuestro mundo. *Investigación en la escuela (Sevilla)*, 27, 39-48.
- MARTÍNEZ AZNAR, M.M. y VARELA NIETO, M.P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 27(3), 343-360.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.R. (1999). *Tesis: "Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología"*. Universidad de Barcelona
- MARTÍNEZ VALCÁRCEL, N. (2004). *Los modelos de enseñanza y la práctica de aula*. Murcia: Universidad de Murcia.
- MARTÍNEZ MORENO, A. (2007). *Competencia para aprender a aprender*. Madrid: Alianza Editorial.
- MARX, K. (1845). *La miseria de la filosofía*. Madrid: Aguilar, ed. 1979.
- MARX, K.Y ENGELS, F., (1975). *Manifiesto del partido comunista*. Buenos Aires: Ateneo.
- MAYER, R.E. (1988). *Learning strategies: an overview*. En WEINSTEIN, C., E. GOETZ, & ALEXANDER, P. (Eds.), *Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation* (11-22). New York: Academic Press.
- MCCOMAS, W. F., CLOUGH, M. P. y ALMAZROA, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education (Waukesha WI)*, 7(6), 511-532.
- MEDINA RIVILLA, A. (1993). *Las habilidades básicas para el contexto de una nueva educación infantil*. Madrid: Cincel.
- (2000) *Métodos de enseñanza en la Universidad*. En GARCÍA VALCÁRCEL, A. *Didáctica universitaria*. Madrid: La Muralla.
- MEDINA RIVILLA, A. Y SALVADOR M., F. Coord. (2008). “Enfoques, teorías y modelos de la Didáctica”, en *Didáctica General*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- MEDINA RIVILLA, A. y SEVILLANO GARCÍA, M. (coords.) (1990). *Didáctica-Adaptación el currículum*. Madrid: UNED.
- MEDINA RIVILLA, A.; GUTIÉRREZ, I. y RODRÍGUEZ, A. (1995). *Un enfoque interdisciplinary en la formación de los maestros*. Madrid: Narcea.
- MELLADO, V. y GONZÁLEZ, T. (2000). *La formación inicial del profesorado de ciencias*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.

- MELTZOFF, A.N. y MOORE, M.K. (1994). Imitation, memory and the representations of persons. *Infant Behavior and Development (Washington)* 17, 83-99.
- MÉNDEZ F.L., (2002). Globalización y desigualdad. RS. *Cuadernos de Realidades Sociales(Madrid)*, 59 / 60, 91-153.
- (2009). *La sociedad del conocimiento*. En MACEIRAS, M. y MEJÍA, R., Investigación e innovación, Salamanca: San Esteban.
- MERRILL, M. (1987). The new component design theory: instructional design for courseware authoring. *Journal of instructional science(New York)* 16, 19-34.
- MIRANDA CASAS, A. (1996). *Introducción a las dificultades en el aprendizaje*. Valencia: Promolibro.
- MONTESQUIEU, CH. L. DE, (1972). *Del espíritu de las leyes*. Prefacio, Madrid: Tecnos.
- MORENO, J.M. y CUADRA, E. (2005). *Nueva agenda para secundaria BM*. En VAILLANT, D. Formación de profesores de educación secundaria: realidades y discursos. Revista de educación (Madrid) 350, 105-122.
- MORRISON, G.S. (2005). *Educación infantil*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- MORTIMORE, J. (1991). *The use of performance indicators*. París: OCDE.
- MOUNIER, E. (1936). *Manifeste au service du personnalisme*. París : Seuil.
- MÚJICA, F. (2003). *Sociedad del conocimiento y sociedad del trabajo: rasgos estructurales de la sociedad activa*. En M. HERRERO, Sociedad del trabajo y sociedad del conocimiento en la era de la globalización (77-78). Madrid: Pearson-Prentice Hall.
- MYERS, D. (1980). *Psicología social*. México: Trillas.
- NAVARRO HINOJOSA, R. (2007). *Didáctica y currículum para el desarrollo de competencias*. Madrid: Dykinson.
- NÉRICI, I.G. (1990). *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires: Kapelusz.
- NICKERSON, R.S., PERKINS, D.N., SMITH, E.(1994). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona: Paidós.
- NIEDA, J., CAÑAS, A. y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2004). *Actividades para evaluar ciencias en secundaria*. Madrid: A. Machado.
- NORMAN, A.D. (1973). *El procesamiento de la información en el hombre*. Buenos Aires: Paidós.
- NOVAK, J.D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, B.D. (1984). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- NOVICK, S. y NUSSBAUM, J. (1981). *Junior high school pupils' understanding of the particulare nature of matter. An interview study*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.

- NÚÑEZ, F., BANET, E. y CORDÓN, R. (2009). Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Enseñanza de las ciencias (Barcelona)*, 2009, 27(3), 447-462.
- OCDE (1995) *Education at a glance: OCDE indicators*. París.
- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. En FAGÚNDEZ, T. y CASTELLS, M. (2009) La enseñanza universitaria de la física: los objetos materiales y la construcción de significados científicos. *Revista electrónica "Actualidades investigativas en educación"* (Costa Rica) 9 (2), 1-27.
- OÑORBE, A. (1989). Solo ante el problema. *Cuadernos de pedagogía (Barcelona)* 175, 99, 12-15.
- ORTEGA ESTEBAN, J. (2005). La educación a lo largo de la vida. *Revista de Educación (Madrid)*, 338, 167-175
- ORTEGA Y GASSET, J., (1939). *Ensimismamiento y alteración*. Buenos Aires: Espasa – Calpe.
- \_\_\_(1986). *La rebelión de las masas*. Madrid: Espasa – Calpe.
- OSER, F. K. y BAERISWYL, F.J. (2001). *Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Learning*. En RICHARDSON, V. *Handbook of Research on Teaching*. (1031-1065). Washington: AERA.
- PARETO, V. (1916) *Tratado de sociología general*. Madrid: Alianza
- PAIVIO, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- PEA, R. (1992). *Practices of distributed intelligence and design for education*. En G. Salomon (Ed.) *Distributed Cognition*, (47-87) New York: Cambridge University Press.
- PEARSON, K., (1971). *The Grammar of Science*. London: A. y C. Black.
- PERALES, F.J. (coord.) (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.
- PÉREZ JUSTE, R. (2005). Calidad de la educación, calidad en la educación. *Educación XXI (Madrid)*, 8, 11-33.
- PÉREZ LUNA, E. (2001). Enseñanza y cultura escolar. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales (Mérida-Venezuela)* 103-114
- PÉREZ LUÑO, A. E., (1991). Las generaciones de derechos fundamentales. *Revista del Centro de Estudios Constitucionales (Madrid)*, 10, 203 – 219.
- PESTALOZZI, (1801). *Cómo enseña Gertrudis a sus hijos*. Madrid: La lectura.
- PIAGET, J. (1961). *El nacimiento de la inteligencia del niño*. Suiza: Delachaux & Niestle. Tomado de la traducción al castellano ed. Aguilar, Madrid.
- \_\_\_(1970). *La epistemología genética*. París: PUF. (Trad. Cast. Redondo, Barcelona)

- PICADO GODÍNEZ, F. (2001). *Didáctica general*. Costa Rica: Universidad estatal a distancia.
- PIEPER, J. (1984). *El fin del tiempo*. Barcelona: Herder.
- PLANCHARD, E. (1969). *La pedagogie scolaire contemporaine*. Coimbra : Coimbra.
- POPKEWITZ, T., (1988). *Paradigma e ideología en investigación educativa*. Madrid: Mondadori.
- POPPER, K.R., (1970). *El historicismo*. Madrid: Taurus.
- \_\_\_ (1973). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- POSNER, F.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education (Waukesha WI)*. 66(2), 211-227
- POZO MUNICIO, J. I. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- \_\_\_(2003). *Adquisición del conocimiento*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- PRESSEY, S.L. (1964). *Theories of learning and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- PURKEY, S. y SMITH, M. (1983). Effective Schools: a review. *The Elementary School Journal(Chicago)*, 83, nº 4, 426-452.
- PUYOL ANTOLÍN, R. (1997). *La universidad del siglo XXI*. Conferencia pronunciada el 2 de febrero, Madrid: Club Siglo XXI.
- QUINTANA C., J. M<sup>a</sup>, (1989). *Sociología de la Educación*. Madrid: Dykinson.
- RÁBADE, S. (1994). *La razón y lo irracional*. Madrid: Complutense.
- REICH, R. (1991). *The work of nations. A blueprint for the future*. Londres: Simon & Schuster.
- REICHENBACH, H., (1965). *Moderna filosofía de la ciencia*. Madrid: Tecnos.
- RENZULLI, J.S. y SMITH, L.H. (1978). *The learning style inventory: a measure of student preference for instructional techniques*. Mansfield center, CT: creative learning press.
- RESNICK, L. B.(1991). *Shared cognition*. En Perspectives on socially shared cognition (1-25). Washinton: A.P.A.
- RIBEIRO, V. (2002) *Dos diferentes significados do termo “atividade”*. Florianópolis: DÍEF/SED.
- RIERA I ROMANÍ, J. (2008). La pedagogía profesional del siglo XXI. *Educación XXI (Madrid)*. 11, 133-154.
- RIVERO RODRIGO, S., (2002). *La gestión del conocimiento*. Vizcaya: SOCINTEC.
- ROBINSON, F. (1946). *Effective study(4ªed)*. New York: Harper and Row.

- ROBINSON, V. (1993). *Problem-based methodology. Research for the improvement of practice*. Oxford: Pergamon Press.
- RODRÍGUEZ DIÉGUEZ, J.L. (1985). *Currículum acto didáctico y teoría del texto*. Salamanca: Anaya.
- \_\_\_(1994). *Los componentes del currículo escolar*. En SÁENZ BARRIO, O. *Didáctica general. Un enfoque curricular*. Alcoy: Marfil.
- \_\_\_ (2000). Estrategias didácticas activas y reformas educativas: revisión de un programa. *Revista española de pedagogía (Madrid)* 58, 217, 439-457.
- ROWELL, J.A. y DAWSON, C.J.(1983). *Laboratory counter examples and the growth of understanding in science*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- RUIZ BOLÍVAR, C. (2003) *Confiabilidad*. Programa de doctorado de UPEL.
- RUIZ CARRASCOSA, J. (1992).. *Integración de la informática en currículo de EGB. Instrumentos de evaluación*. Tesis doctoral. Madrid: UNED.
- SAMMONS, P.; HILLMAN, J. y MORTIMORE, P. (1998). *Características clave de las escuelas efectivas*. Mexico: Secretaría de Educación Pública de MÉXICO.
- SÁNCHEZ DELGADO, P. (2004). *El proceso de enseñanza y aprendizaje*. Madrid: ICE de la UCM.
- SÁNCHEZ HUETE, J.C. (2008). *Conocimiento científico de la didáctica*. En SÁNCHEZ HUETE, J.C. (coord.). *Compendio de didáctica general* (49-72). Madrid: Ccs.
- SÁNCHEZ, L. (2005). Concepciones de aprendizaje de profesores universitarios y profesionales no docentes. *Anales de psicología (Murcia)*, vol 21, 2, 231-243.
- SANDS, M.K. y HULL, R. (1985). *Teaching science*. Nottingham: McMillan education.
- SANJUANBENITO, A.(2005). 100 motivos para entrar en la sociedad de la información, *en el suplemento NT, del periódico ABC ( Madrid)*, de 18 de septiembre de 2005.
- SANMARTÍ, N. (2000). *El diseño de unidades didácticas*. En PERALES, F.J. y CAÑAL, P. *Didáctica de las ciencias experimentales* (239-266) Alcoy: Marfil.
- \_\_\_(2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela (Sevilla)* 32, 51-62.
- SANTIUSTE BERMEJO, V. (2002). *Actas del II Congreso de E.E. y atención a la diversidad*. Madrid.
- SARRAMONA, J. (1990). *Tecnología educativa: una valoración crítica*. Barcelona: CEAC.

- SAURA LLAMAS, O. y PRO BUENO, A. (2000). *La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento físico*. En PERALES PALACIOS, F. J. CAÑAL DE LEÓN, P. Didáctica de las ciencias experimentales. (389-420) Ed. Marfil. Alcoy
- SCHMECK, R.R. (1983). *Learning styles of college students*. En DILLON, R.F. y SCHMECK, R.R. (Eds.) Individual differences in cognition. 233-279. New York: Academic press.
- SCHON, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid: Paidós-MEC.
- SCHULTZ, THEODORE W., (1985). *Invirtiendo en la gente*. Barcelona: Ariel.
- SCHWAB, J. (1969) The practical: a language for curriculum. *The school review*, 78 (1), 1-23.
- SEN, A.(2009). El mercado no puede basarse sólo en el beneficio, necesita también valores, (Texto de Isabel Bernal). En *Tribuna Complutense*, (UCM - Madrid), nº 81, 10 de febrero.
- SERÉ, M.G. (1982). *A study of some frameworks of the field of mechanics, used by children when they interpret experiments about air pressure*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- SERÉ, M.G. (1985). *Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching*. En DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata.
- SEVILLANO GARCÍA, M.L. (2007). *La evaluación de los procesos y productos tecnológico-didácticos*. En ORTEGA, J.A. y SEVILLANO GARCÍA, M.L. Nuevas tecnologías para la educación en la era digital. (367-384) Madrid: pirámide.
- SHAPIRO, E.S. (1989). *Academic skills problems*. New York: Guilford Press.
- SHAVELSON, R.J. (1973). Learning from physics instruction. *Journal of research in science teaching (San Francisco)* 10 (2) 101-111.
- SHAYER, M. y ADEY, PH. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias*. Madrid: Narcea.
- SHUELL, T. (1987). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research (Washington)*, 56,4,411-436.
- SHUNK,D. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México: Prentice-Hall.
- SIERRA B., R. (1979). *Técnicas de Investigación Social*, Madrid: Paraninfo.
- (1991). *Tesis Doctorales*. Madrid: Paraninfo.
- SIGALÉS, C. y MOMINÓ, J.M. (2009). *La integración de Internet en la educación escolar española: situación actual y perspectivas de futuro*. Barcelona: Planeta.
- SIMON, J. (1929) *Pedagogía experimental*. Madrid: Hernando.
- SKINNER, B.F. (1969). *Cumulative Record. A selection of papers*. New York: Appleton-Century-Crofts. Tomado de la edición en castellano (1985) *Aprendizaje y comportamiento*. Barcelona: Martínez Roca.

- \_\_\_ (1974). *Sobre el conductismo*. Barcelona: Planeta.
- SLOTERDIJK, P. (2000). *En el mismo barco*. Madrid: Siruela.
- SMITH, D. y NEALE, D. (1991). The construction of subject-matter knowledge in primary science teaching. En BROPHY, J. *Advances in research on teaching*. Stamford: jai press.
- SOLBES, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales Alambique (Barcelona)* 67, 53-61.
- SOLBES, J. y TARÍN, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales (Valencia)*, 22. 2008, 155-180.
- SOLBES, J.; RUIZ, J.J. y FURIÓ, C. (2010). Debates y argumentación en clases de física y química. *Alambique (Barcelona)*, 63, 65-75.
- SPEARMAN, C. (1910). Correlation calculated from faulty data. *British Journal of Psychology*, 3 (2), 271-295.
- SPENCER, H. (1873). *La sociología descriptiva*. London: Williams&Norgate.
- STAVY, R. (1990). *Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas*. En TRINIDAD-VELASCO, R. y GARRITZ, A. Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química (Mexico)* 14 (2), 92-105.
- STAVY, R. y BERKOVITZ, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science education (Washekusa WI)* 64 (5), 679-692.
- STAVY, R. y STACHEL, D. (1984). Children's ideas about 'solid' and 'liquid'. *Tel Aviv: Israeli Science Teaching Centre, School of Education*.
- STENHOUSE, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid : morata.
- STENHOUSE, L. ; SULLIVAN, G.S. et al. (1995). Reasoning and remembering: coaching students with learning disabilities to think. *The journal of special education (San Francisco)*. 29. 3, 310-322.
- STERN, D. y HUBER, G.L. (1997). *Active learning for students and teachers: report from eight countries*. Frankfurt: Frankfurt am Main Verlag.
- STERNBERG, R. (1990). Thinking styles: keys to understanding student performance. *Phi delta kappa (Bloomington)*, enero, 366-371.
- TAMIR, P. (1985). Content analysis focusing on inquiries. *Journal of Curriculum Studies (London)*, 17 (1), 87-94.
- \_\_\_(1989). *Training teachers to teach effectively in the laboratory*. Washekusa WI: Science Education.

- (1998). *Assesment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes*. En FRASER, B.J. y TOBIN, K.G. *International handbook of science education*. London: Kluber academic publishers.
- TAMIR, P. y GARCÍA ROVIRA, P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las ciencias(Barcelona)* 10 (1), 3-12.
- TÉBAR BELMONTE, L. (2003). *El perfil del profesor mediador*. Madrid: Santillana
- TÉBAR GARCÍA, P. (1988). *Las ciencias naturales y físico-químicas en la educación básica*. Alcoy: Marfil.
- THORNDIKE, E.L. (1912). *Education: a first book*. Madrid: Mc Millan
- TITONE, R. (1986). *El lenguaje y la interacción didáctica: teoría y modelos de análisis*. Madrid: Narcea.
- TÖNNIES, F. (1887). *Comunidad y asociación*. Ed. 2009. Granada: Comares.
- TORRES CASTRO, C. (2007). *Seminario pensamiento pedagógico latinoamericano: la contribución de Paulo Freire*. Bogotá: Universidad distrital Francisco José Caldas. Bogotá.
- TORRES, C. A. y MORROW, R. A. (2005). *Estado, globalización y política educacional*. En MORROW, R.A. y otros. *Globalización y educación*. (31-58) Madrid: Popular.
- TRIBÓ, G. (2008). El nuevo perfil de los profesores de secundaria. *Educación XXI (Madrid)*, 11, 183-209.
- TRILLA BERNET, J. y SAMARRONA, J. (1992). *La educación no formal*. España: Pedagogía Social.
- TULVING, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford: clarendon press.
- TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE (2003). Informe final. Fase I. Deusto, Groningen: Universidades.
- UNESCO (2002). *Informe final del foro mundial sobre la educación*. París.
- UNESCO/OCDE, (2003). *Financing education: investments and reuters*. París.
- VÁZQUEZ, J. M Y ORTEGA, F., (1976). “El método en la sociología”. Madrid: ISAMA: RS. *Cuadernos de Realidades Sociales*, 9, 28 – 45.
- VIGOTSKY, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psycological processes*. Cambridge: Harvard university press.
- VISAUTA V., B., (1989). *Técnicas de investigación social*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.
- VIVES, J.L. (1948). *De disciplinis*. Vid. *Obras Completas*. Madrid: Lorenzo Riber.



- VOSS, J.F. (1987). Learning and transfer in subject-matter learning: a problem-solving model. *International journal of educational research (Cambridge, UK)* 11, 607-622.
- WEBER, M. (1964). *Economía y sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- \_\_\_(1977) *Economía y Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- \_\_\_ (1982). *Ensayos sobre la metodología sociológica*. Buenos Aires: Amorortu.
- \_\_\_ (1992). *La ciencia como profesión. La política como profesión*. Madrid: Espasa – Calpe.
- WEINSTEIN, C.E. y MAYER, R.E. (1985). *The teaching of learning strategies*. En WITTRICK, M.C. (Ed.) *Handbook of research on teaching*. New York: MacMillan publishing company.
- WINN, W. (1990). Some implications of cognitive theory for instructional design. *Instructional Science (New York)*, 19, 1,53-69.
- WITTRICK, M.C. (1989). *La investigación en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- WOLFENSOHN, J. D. (1999). Prefacio, en Banco Mundial, *Informe sobre el desarrollo mundial: el conocimiento al servicio del desarrollo*. Madrid: Mundi – Prensa.
- YINGER, R. (1986). *Investigación sobre el conocimiento y el pensamiento de los profesores. Hacia una concepción de la actividad profesional*. Actas del I congreso internacional sobre pensamiento del profesor. Sevilla.
- ZABALA, A. (1990). *Materiales curriculares*. En MAURI, T. et al. *El currículum en el centro educativo*. 125-167. Barcelona: horsori.
- ZABALZA, M.A. (1990). *Fundamentación de la didáctica y del conocimiento*. Madrid: Narcea
- ZAMORANO,S. y PAREJO, J.L. (2007). *La renovación de las metodologías educativas como garantía de calidad institucional*. Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria Universidad Politécnica de Madrid.
- ZUBIRI, X. (1982) *Discurso de recepción del premio Ramón y Cajal*.18-10-1982. YA. Madrid. 19-10-1982.

## WEBGRAFÍA:

- AA.VV. de la Escuela de Educación de la Universidad Central de Venezuela ( 2005) <http://constructivismos.blogspot.com/> (consulta: 3-4-2010)
- ALBA, C. y ANTÓN, P.(2008) Aprendizaje permanente del profesorado y TIC. Una experiencia de cooperación al desarrollo en Nicaragua, Paraguay y la República Dominicana. *Revista latinoamericana de tecnología educativa*, 7 (1), 97-106. <http://campusvirtual.unex.es/cala/editio>

ANTÓN, P. (2010) Programas y apoyos técnicos para favorecer la accesibilidad en la universidad. Apertura, 10, marzo 2010. Universidad de Guadalajara (Méjico).

ARISTÓTELES [http://www.webdianoia.com/aristoteles/aristoteles\\_meta.htm](http://www.webdianoia.com/aristoteles/aristoteles_meta.htm) (Consulta: 3/12/2009)

CONSEJO EUROPEO DE LISBOA (2000) [http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_es.htm](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_es.htm) (Consulta: 3/12/2009)

CONVENCIÓN DE DERECHOS DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD(ONU, 2007) <http://www.un.org/spanish/disabilities/convention>

DALTON, Plan (1920) <http://es.scribd.com/doc/35889793/Kilpatrick-Winnetka-Dalton> (Consulta: 3/12/2009)

DECLARACIÓN DE MADRID (2002), No discriminación más acción positiva es igual a inclusión social. <http://usuarios.discapnet.es/disweb2000/lex/DeclaracionMadrid.pdf>

DECLARACIÓN UNIVERSAL DE LOS DERECHOS HUMANOS <http://www.un.org/es/documents/udhr/> (Consulta: 3/12/2010)

DECRETO 23/2007 (2007) [http://www.madrid.org/dat\\_capital/loe/loe.htm](http://www.madrid.org/dat_capital/loe/loe.htm)

eEurope: Una Sociedad de la Información para todos (1999-2000).[http://www.support-eam.org/waec/docs/mod01/COM%281999%29\\_687\\_eEurope\\_initiative\\_es.pdf](http://www.support-eam.org/waec/docs/mod01/COM%281999%29_687_eEurope_initiative_es.pdf)

FUNDACIÓN BERNARD VAN LEER (1979) <http://www.bernardvanleer.org/Spanish/Home.html> (Consulta: 3/12/2009)

IDESCAT.<http://www.idescat.cat/economia/inec?tc=3&id=8308&lang=es> (Consulta: 8/12/2009)

INE (2010) <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do> (Consulta: 8/12/2009)

LOCE(2002)<http://www.e-torredebabel.com/Filosofia/Ensenanza/Legislacion/LeydeCalidad/LeydeCalidad-Principal.htm> (Consulta: 3/12/2010);

LOGSE (1990) <http://fete.ugt.org/Estatal/paginas/nuevaweb/legislacion/LEGlogse.pdf> (Consulta: 3/12/2010);

LOPEGC(1995)<http://www3.uji.es/~jpuig/AA83/06%2520LOPEGC.doc> +LOPEGC+1995 (Consulta: 10/12/2010);

MARQUÉS, P. (2001) <http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm> 2001 (Consulta: 3/12/2009);

\_\_(2001)<http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm> (Consulta: 3/12/2009)

\_\_(2001)<http://www.pangea.org/peremarques/temas2/t2.html> (Consulta: 10/1/2010)

\_\_(2001)<http://www.pangea.org/peremarques/educacion.htm> (Consulta: 12/1/2010)

MARTÍN DEL BUEY, F. (2000) Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje.  
[http://www.profes.net/rep\\_documentos/Monograf/Aprendizaje.PDF](http://www.profes.net/rep_documentos/Monograf/Aprendizaje.PDF) (Consulta: 15-1-10)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN <http://www.ince.mec.es/pub/pisa.htm> (Consulta: 8/12/2009)

PROYECTO CERO DE HARVARD (1967) <http://www.pz.harvard.edu/Research/Research.htm>  
(Consulta: 3/5/2011);

PROYECTO TUNING (2003, 2010) <http://www.tuning.unideusto.org/tuningeu/> (Consulta: 3/5/2011);

UNESCO (2007) [http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL\\_ID=52781&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL_ID=52781&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (Consulta: 3/5/2011);

WINETKA, Plan (1928) <http://es.scribd.com/doc/35889793/Kilpatrick-Winnetka-Dalton>

## **ÍNDICE DE CUADROS, ILUSTRACIONES Y TABLAS**

### **Capítulo 2 ANÁLISIS Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA DIDÁCTICA**

Cuadro 1: Definiciones de didáctica. ....	93
Cuadro 2: Esquemas de las funciones del lenguaje .....	116
Cuadro 3: Definiciones de currículo.....	119
Cuadro 4: Actuaciones docente-estudiante .....	134
Cuadro 5: Técnicas de la enseñanza expositiva.....	144
Cuadro 6: Técnicas de las preguntas .....	146
Cuadro 7: Procedimientos de enseñanza .....	149

### **Capítulo 3 LAS DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE**

Cuadro 1: Comparativos de las aportaciones sobre el aprendizaje .....	178
Cuadro 2: Concepciones sobre los procesos de aprendizaje .....	181
Cuadro 3: Procesos de aprendizaje según Marqués.....	184
Cuadro 4: Criterios de una auténtica inteligencia.....	194
Cuadro 5: Tipos de inteligencias .....	195
Cuadro 6: Procesos de aprendizaje.....	197
Cuadro 7: Estrategias de aprendizaje.....	202

Cuadro 8: Estrategias cognitivas .....	203
Cuadro 9: Estilos de aprendizaje de Honey y Mumford .....	205
Cuadro 10: Estilos de aprendizaje de Sternberg.....	206
Cuadro 11: Concepciones de la evaluación.....	212
Cuadro 12: Tipos de evaluación, funciones y objetivos.....	213
Cuadro 13: Tipos de evaluación .....	214
Cuadro 14: Procedimientos del aprendizaje .....	215
Cuadro 15: Diferencias paradigma clásico y nuevo .....	216
Cuadro 16: Evolución de los roles en el ABP .....	219
Cuadro 17: Problemas de aprendizaje .....	221

## **Capítulo 4 MODELOS Y PROCESOS DE LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Cuadro 1: Ciencia frente a pseudociencia .....	235
Cuadro 2: Currículum de Física de E.S.O. y Bachillerato.....	251
Cuadro 3: Interpretación de la materia como un sistema de partículas en interacción .	260
Cuadro 4: Modelo de transmisión-recepción.....	262
Cuadro 5:Modelo por descubrimiento.....	264
Cuadro 6: Fases de la enseñanza expositiva.....	267
Cuadro 7: Modelo constructivista .....	274

Cuadro 8: Comparación entre modelos didácticos .....	275
Cuadro 9: Características de los modelos didácticos .....	278
Cuadro 10: Actividades dirigidas a movilizar información.....	283
Cuadro 11: Actividades dirigidas a organizar y transformar contenidos .....	283
Cuadro 12: Actividades dirigidas a expresar los resultados por parte de los alumnos..	284
Cuadro 13: Dimensiones del trabajo práctico.....	289
Cuadro 14: Nivel de investigación de un trabajo práctico.....	290
Cuadro 15: Actividades en el laboratorio .....	291
Cuadro 16: Niveles de comprensión en temas de termodinámica.....	294
Cuadro 17: Tabla de contingencia de dos profesores .....	296
Cuadro 18: Funciones más frecuentes en la muestra de los libros .....	297
Cuadro 19: Características de problemas cualitativos y cuantitativos. ....	301
Cuadro 20: Modelos didácticos y características de los problemas asociados.....	302
Cuadro 21: Funciones del profesor y del alumno.....	304
Cuadro 22: Resolución clásica y resolución basada en el cambio conceptual .....	305
Cuadro 23: Concepciones y actividades didácticas del profesorado.....	313
Cuadro 24: Concepciones didácticas y organización de los alumnos en clase .....	314
Cuadro 25: Características de los profesores noveles y expertos.....	314

## **Capítulo 5 LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

Cuadro 1: Distribución de clases .....	375
--	-----

## **Capítulo 6 ASPECTOS MOTIVACIONALES DE LOS ALUMNOS**

Tabla 1. : Pruebas intercaladas en las explicaciones .....	395
Tabla 2.: Autoevaluación para el aprendizaje de la física y química .....	398
Tabla 3.: Autoevaluación de la propia suficiencia .....	399
Tabla 4.: Autoevaluación del éxito académico.....	399
Tabla 5.: Autoevaluación de la ayuda de su entorno .....	400
Tabla 6.: Los éxitos y fracasos dependen de uno mismo .....	401
Tabla 7.: Los éxitos y fracasos dependen del profesor.....	401
Tabla 8.: Los éxitos y fracasos dependen de las personas del entorno.....	401
Tabla 9.: Motivación general en la clase .....	402
Tabla 10.: Atención en la clase.....	403
Tabla 11.: El esfuerzo para aprender en la clase .....	404
Tabla 12.: Constancia en el estudio .....	404
Tabla 13.: Valoración de la nota de ciencias del curso anterior .....	405
Tabla 14.: Valoración de la nota de matemáticas del curso anterior .....	405

Tabla 15.: Matemáticas .....	406
Tabla 16.: Lengua .....	407
Tabla 17.: Física .....	407
Tabla 18.: Tecnología.....	407
Tabla 19.: Biología .....	408
Tabla 20.: Asignaturas en las que los alumnos tienen mayor y menor interés.....	409
Tabla 21: Asignaturas a las que los estudiantes prestan mayor y menor atención.....	410
Tabla 22: Asignaturas en las que los estudiantes ponen mayor y menor esfuerzo para aprender .....	411
Tabla 23.: Asignaturas en las que los estudiantes trabajan con mayor y menor constancia .....	412
Tabla 24: Grado de interés en el grupo tradicional .....	413
Tabla 25: Grado de interés en el grupo cooperativo.....	414
Tabla 26: Grado de interés del grupo tic .....	415
Tabla 27: Resultados totales del grado de interés.....	415
Tabla 28: Motivos de la puntuación de la física.....	418
Tabla 29: La física complementa su formación.....	420
Tabla 30.: Influencia del entorno en la percepción de la física .....	421
Tabla 31: Las propias características de la física .....	421
Tabla 32.: Características específicas de la física.....	422
Tabla 33.: Los ejercicios de la física .....	423



Tabla 34.: Los materiales de uso en la física .....	423
Tabla 35.: La posibilidad de calificar al profesor .....	424
Tabla 36.: La física se adecua a tu personalidad .....	425
Tabla 37.: Interés por la física para cursar ciencias en el bachillerato .....	426
Tabla 38.: Grado de interés por la física para las carreras técnicas .....	426
Tabla 39: La física y su futuro trabajo profesional.....	427
Tabla 40.: Los estudios de física sirven para una formación más completa .....	428
Tabla 41.: El estudio de la física es un requisito académico .....	428
Tabla 42.: La física es interesante para conocer la cultura científica. ....	429
Tabla 43.: Los estudios de física y los dispositivos de la vida cotidiana .....	429
Tabla 44.: La física y los complejos dispositivos de la vida cotidiana.....	430
Tabla 45.: Estimulaciones positivas .....	431
Tabla 46.: Estimulaciones negativas .....	432
Tabla 47.: Facilidad de las tareas y motivación.....	433
Tabla 48.: Motivación de los ejercicios de la física. ....	434
Tabla 49.: Grado de motivación y éxito .....	434
Tabla 50: El trabajo cooperativo como estímulo de motivación .....	435
Tabla 51: Motivación y participación.....	436
Tabla 52: Motivación y evaluación. ....	437
Tabla 53: ¿El trabajo individual es un factor motivador? .....	438

Tabla 54: Participación en clase y motivación .....	438
Tabla 55: Motivación y estima de las actividades de la clase. ....	439
Tabla 56: Actuar ante un auditorio estimula .....	440
Tabla 57: Competencia y motivación .....	441
Tabla 58: Detallar la explicación motiva.....	441
Tabla 59: Actitud pasiva y motivación.....	442
Tabla 60: Motivación y posibilidad de desafíos .....	442
Tabla 61: Condición motivadora de la práctica de las TIC .....	443
Tabla 62: Relación de interés, atención, esfuerzo y dedicación frente a la metodología.	445
Tabla 63: Relación de interés en cada asignatura antes y después del método tradicional.	446
Tabla 64: Relación de interés en cada asignatura antes y después de la metodología cooperativa. ....	447
Tabla 65: Relación de interés en cada asignatura antes y después del método tic .....	447
Tabla 66: Relación de atención en cada asignatura antes y después del método tradicional .....	448
Tabla 67: Relación de atención en cada asignatura antes y después de la metodología cooperativa .....	449
Tabla 68: Relación de atención en cada asignatura antes y después del método tic .....	450
Tabla 69: Relación de esfuerzo en cada asignatura antes y después del método tradicional .....	451
Tabla 70: Relación de esfuerzo en cada asignatura antes y después de la metodología cooperativa .....	451

Tabla 71: Relación de esfuerzo en cada asignatura antes y después del método tic .....	452
Tabla 72: Relación de dedicación en cada asignatura antes y después del método tradicional .....	453
Tabla 73: Relación de dedicación en cada asignatura antes y después de la metodología cooperativa .....	454
Tabla 74.: Relación de dedicación en cada asignatura antes y después del método tic	455
Tabla 75: Grado de satisfacción de las clases.....	456
Tabla 76: Motivos de la puntuación asignada a la física.....	457
Tabla 77: Los medios usados para la clase.....	459
Tabla 78: Han mantenido la atención en las clases .....	459
Tabla 79: ¿Los medios generan la atención?.....	460
Tabla 80: ¿Le ha interesado la clase? .....	460
Tabla 81: ¿Ha comprendido el contenido explicado de la física? .....	461
Tabla 82.: Puntuación del interés de los alumnos por la asignaturas .....	462
Tabla 83: Puntuación del interés de los alumnos por la física.....	463

## ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Potencial motivador de las asignaturas. ....	416
Ilustración 2: motivos del interés por la física.....	419
Ilustración 3.- Motivos de la puntuación asignada a la materia de física.....	458

## **Capítulo 7 EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE DENSIDAD, PRESIÓN, VOLUMEN, TEMPERATURA Y CALOR**

Tabla 1: ¿Cómo definirías la temperatura?.....	470
Tabla 2: ¿Qué es el calor?.....	472
Tabla 3: Test final: ¿Qué es la presión? .....	474
Tabla 4. Test final: ¿Hay varias sustancias con la misma densidad? .....	476
Tabla 5. Resultados de las respuestas a las definiciones en el test final.....	477
Tabla 6. Test final: ejercicio de volumen y temperatura a presión constante .....	479
Tabla 7: Ejercicio de presión y volumen a temperatura constante .....	482
Tabla 8: Test final: ejercicio de densidad.....	483
Tabla 9: Ejercicio de cambio de estado relativo al concepto de calor.....	490
Tabla 10. Test final: ejercicio de calor cedido y calor absorbido.....	491
Tabla 11. Resultados de las respuestas a los ejercicios en el test final.....	493
Tabla 12 problema de presión y temperatura .....	494
Tabla 13: Test final: problema de presión.....	496
Tabla 14: Respuesta al problema de densidad.....	497
Tabla 15: Test final: segundo problema de densidad (apartado 1).....	499
Tabla 16: Ideas previas: igual que el segundo problema de densidad (apartado 1) .....	500
Tabla 17: Test final: segundo problema de densidad (apartado 2).....	500

Tabla 18: Test final: primer problema de calor (apartado 1).....	503
Tabla 19: Test final: primer problema de calor (apartado 2).....	503
Tabla 20: Ideas previas: segundo problema de calor (Cuestión 1ª).....	504
Tabla 21: Test final: segundo problema de calor (cuestión 1ª) .....	505
Tabla 22: Test final: segundo problema de calor (apartado2) .....	505
Tabla 23: Test final: tercer problema de calor.....	507
Tabla 24: Test final: cuarto problema de calor.....	509
Tabla 25: Resultados de los problemas en el test final.....	510
Tabla 26: Resultados del test final si las 20 preguntas valen lo mismo .....	511
Tabla 27: Análisis pregunta por pregunta del test final.....	511
Tabla 28: Resultados del test si teoría, ejercicios y problemas valieran un tercio de la nota .....	512
Tabla 29: Resultados del test si cada concepto valiera un tercio de la nota.....	513
Tabla 30: Resultados de las preguntas del test referidas a la densidad .....	513
Tabla 31: Resultados de las preguntas del test referidas a la presión, volumen y temperatura .....	513
Tabla 32: Resultados de las preguntas del test referidas al calor .....	514

## ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Ideas previas acerca del concepto de calor.....	471
Ilustración 2: Ideas previas acerca del concepto de presión.....	473

Ilustración 3: Posibles respuestas ante un frasco con aire que se destapó un tiempo....	480
Ilustración 4: Ideas previas acerca del aire.....	481
Ilustración 5: Ideas previas acerca de la temperatura de ebullición .....	485
Ilustración 6. Respuestas previas a la explicación ante una cuestión referida al calor..	486
Ilustración 7: Ideas previas acerca del cambio de estado. ....	487
Ilustración 8: Ideas previas acerca del calor latente. ....	488
Ilustración 9: Justificaciones de los alumnos a la respuesta acerca del calor latente. ...	489
Ilustración 10: Problema acerca del peso del aire. ....	498
Ilustración 11: Ideas previas acerca del cambio de temperatura ante una mezcla. ....	502
Ilustración 12: Gráfica de calentamiento de una sustancia.....	508

## **Capítulo 8 RELACIÓN ENTRE RESULTADOS, INTELIGENCIA Y METODOLOGÍA**

Tabla 1: Inteligencia general mayor de 49 y resultado general del test. ....	522
Tabla 2: Inteligencia general menor de 50 y resultado general del test .....	522
Tabla 3: Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de la teoría. ....	523
Tabla 4: Inteligencia general menor de 50 y resultado general de la teoría. ....	523
Tabla 5: Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de los ejercicios. ....	523
Tabla 6: Inteligencia general menor de 50 y resultado general de los ejercicios. ....	524
Tabla 7: Inteligencia general mayor de 49 y resultado general de los problemas.....	524

Tabla 8: Inteligencia general menor de 50 y resultado general de los problemas.....	525
Tabla 9: Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado general del test. ....	526
Tabla 10: Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado general del test. ....	526
Tabla 11: inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de la teoría.....	526
Tabla 12: Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de la teoría.....	527
Tabla 13: Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de los ejercicios.....	527
Tabla 14: Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de los ejercicios.....	527
Tabla 15: Inteligencia lingüística-verbal mayor de 49 y resultado de los problemas. ..	528
Tabla 16: Inteligencia lingüística-verbal menor de 50 y resultado de los problemas. ..	528
Tabla 17: Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado general del test.....	529
Tabla 18: Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado general del test.....	530
Tabla 19: Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de la teoría. ....	530
Tabla 20: Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de la teoría. ....	530
Tabla 21: Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de los ejercicios.....	531
Tabla 22: Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de los ejercicios.....	531
Tabla 23: Razonamiento abstracto mayor de 49 y resultado de los problemas.....	532
Tabla 24: Razonamiento abstracto menor de 50 y resultado de los problemas.....	532
Tabla 25: Aptitud numérica mayor de 49 y resultado general del test. ....	533
Tabla 26: Aptitud numérica menor de 50 y resultado general del test. ....	533
Tabla 27: Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de la teoría. ....	534

Tabla 28: Aptitud numérica menor de 50 y resultado de la teoría. ....	534
Tabla 29: Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de los ejercicios. ....	535
Tabla 30: Aptitud numérica menor de 50 y resultado de los ejercicios. ....	535
Tabla 31: Aptitud numérica mayor de 49 y resultado de los problemas. ....	536
Tabla 32: Aptitud numérica menor de 50 y resultado de los problemas. ....	536
Tabla 33: Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado general del test. ....	537
Tabla 34: Inteligencia espacial menor de 50 y resultado general del test. ....	537
Tabla 35: Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de la teoría.....	538
Tabla 36: Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de la teoría.....	538
Tabla 37: Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de los ejercicios.....	539
Tabla 38: Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de los ejercicios.....	539
Tabla 39: Inteligencia espacial mayor de 49 y resultado de los problemas. ....	539
Tabla 40: Inteligencia espacial menor de 50 y resultado de los problemas. ....	540
Tabla 41: Inteligencia espacial y respuestas ante una gráfica de calentamiento. ....	540
Tabla 42: Medias de cada parte del test según la inteligencia.....	541
Tabla 43: Datos según la inteligencia general del test en general. ....	543
Tabla 44: Datos según la inteligencia general de la teoría. ....	544
Tabla 45: Datos según la inteligencia general en los ejercicios. ....	545
Tabla 46: Datos según la inteligencia general en los problemas. ....	545
Tabla 47: Datos según razonamiento abstracto del test en general. ....	547



Tabla 48: Resultados de la teoría según el razonamiento abstracto. ....	547
Tabla 49: Razonamiento abstracto y los resultados sobre los ejercicios. ....	548
Tabla 50: Razonamiento abstracto y los resultados de los problemas. ....	549
Tabla 51: Datos según la aptitud verbal del test en general. ....	550
Tabla 52: Datos según la aptitud verbal de la teoría.....	550
Tabla 53: Datos según la aptitud verbal en los ejercicios.....	551
Tabla 54: Datos según la aptitud verbal en los problemas. ....	552
Tabla 55: Datos según la aptitud numérica del test en general. ....	553
Tabla 56: Datos según la aptitud numérica de la teoría.....	553
Tabla 57: Datos según la aptitud numérica en los ejercicios.....	554
Tabla 58: Datos según la aptitud numérica en los problemas. ....	555
Tabla 59: Datos según la inteligencia espacial del test en general.....	555
Tabla 60: Datos según la inteligencia espacial de la teoría. ....	556
Tabla 61: Datos según la inteligencia espacial en los ejercicios. ....	557
Tabla 62: Datos según la inteligencia espacial en problemas. ....	557
Tabla 63: Resultados del test en general .....	558
Tabla 64: Resultados de la teoría.....	559
Tabla 65: Resultados de los ejercicios.....	560
Tabla 66: Resultados de los problemas .....	561
Tabla 67: Comparación entre los de inteligencia general más alta y la media del grupo	562

Tabla 68: Comparación entre los de razonamiento abstracto más alto y la media del grupo.....	563
Tabla 69: Comparación entre los de inteligencia verbal más alta y la media del grupo.....	564
Tabla 70: Comparación entre los de aptitud numérica más alto y la media del grupo.....	564
Tabla 71: Comparación entre los de inteligencia espacial más alto y la media del grupo.....	565
Tabla 72: Datos del test en general según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.....	566
Tabla 73: Datos de la teoría según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.....	567
Tabla 74: Datos de los ejercicios según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.....	567
Tabla 75: Datos de los problemas según la aptitud numérica y el razonamiento abstracto.....	568
Tabla 76: Datos del test en general según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial. ....	569
Tabla 77: Datos de la teoría según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial.....	569
Tabla 78: Datos según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial de los ejercicios.....	570
Tabla 79: Datos de los problemas según la inteligencia verbal y la inteligencia espacial. ....	571
Tabla 80: Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo en general. ....	571
Tabla 81: Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo tradicional.....	572

Tabla 82: Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo cooperativo. ....	572
Tabla 83: Resultados del test de los alumnos con mejores capacidades del grupo tic. ....	573
Tabla 84: Datos de los alumnos que en el test han logrado una puntuación mayor del 50%. ....	575
Tabla 85: Datos de los alumnos que en la teoría han logrado una puntuación mayor del 70%. ....	575
Tabla 86: Datos de los alumnos que en los ejercicios han logrado una puntuación mayor del 65%. ....	576
Tabla 87: Datos los alumnos que en los problemas han logrado una puntuación mayor del 65%. ....	577
Tabla 88: Datos de los alumnos que en el test han resuelto tres ejercicios. ....	578
Tabla 89: Datos de los alumnos que en el test no han resuelto ninguno de los tres ejercicios. ....	579
Tabla 90: Datos de los alumnos que en el test no han resuelto el problema 12. ....	580
Tabla 91: Datos de los alumnos que en el test han resuelto el problema 14. ....	581
Tabla 92: Datos de los alumnos que en el test han logrado una puntuación en los problemas inferior al 30%. ....	582
Tabla 93: Datos de los alumnos que en el test han resuelto el problema 10. ....	582
Tabla 94: Datos de los alumnos que lograron mejores notas en el test general. ....	583
Tabla 95: Datos de los alumnos que lograron mejores notas en cada parte del test. ....	584
Tabla 96: Datos de los alumnos que lograron peores notas en cada parte del test. ....	585
Tabla 97: Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia general	586

Tabla 98: Número de alumnos que coinciden según los niveles de razonamiento abstracto.....	587
Tabla 99: Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia verbal.....	588
Tabla 100: Número de alumnos que coinciden según los niveles de aptitud numérica .....	588
Tabla 101: Número de alumnos que coinciden según los niveles de inteligencia espacial.....	589
Tabla 102: Estudio de los 10 alumnos con mejores capacidades y comparación con las otras inteligencias .....	590



## ANEXOS

### A N E X O 1:

#### TEST DE MOTIVACIÓN PREVIO

**ESTE TEST ES DE ELABORACIÓN PERSONAL CON LA BÚSQUEDA DE MATERIAL Y CONSULTA A EXPERTOS.**

Este test se pasó antes de comenzar la investigación empírica y se orientaba a la búsqueda de las motivaciones, expectativas y modos de pensar respecto a las cinco cuestiones que siguen:

#### **1ª) Antecedentes causales de la motivación:**

Utiliza el siguiente baremo para puntuar **dentro del paréntesis**: 5 = muy alto; 4 = alto; 3 = indiferente; 2 = bajo y 1 = muy bajo

1. Con la escala propuesta califica la confianza que tienes en tus capacidades para el aprendizaje de la Física y Química ( )
2. Cual el grado de autosuficiencia, independencia y autoeficacia para realizar las tareas de aprendizaje ( )
3. Puntúa tus necesidades de éxito académico: ganas de aprender, superar los obstáculos y de lograr buenas notas ( )
4. Califica tu necesidad de buscar ayuda con algún familiar ingeniero o arquitecto ( )
5. De quien dependen tus éxitos y tus fracasos:
  - 5.1.- Dependen de mi ( )
  - 5.2.- Dependen de tu profesor ( )
  - 5.3.- Dependen de las demás personas que te rodean ( )

## 2ª) Grado de motivación en clase y su rendimiento

Ahora da tu opinión sobre los aspectos siguientes rodeando **con un círculo** el número correspondiente de acuerdo con la escala que sigue:

Escala: **5 = muy alto**; **4 = alto**; **3 = indiferente**; **2 = bajo**; **1 = muy bajo**.

Además, completa los espacios punteados: Componentes motivacionales:

1. Mi grado de interés en clase suele ser 1, 2, 3, 4 y 5

Lo que más me interesa: \_\_\_\_\_

Lo que menos me interesa: \_\_\_\_\_

2. Mi atención en clase suele ser 1 2 3 4 5

Le presto más atención a: \_\_\_\_\_

Le presto menos atención a: \_\_\_\_\_

3. Esfuerzo para aprender en clase suele ser 1 2 3 4 5

Me esfuerzo más en \_\_\_\_\_

Me esfuerzo menos en \_\_\_\_\_

4. Grado de dedicación y constancia suele ser 1 2 3 4 5

Trabajando con mayor persistencia en \_\_\_\_\_

Trabajando con menor persistencia en \_\_\_\_\_

5. Mi satisfacción global en clase suele ser 1 2 3 4 5

Lo que más me gusta \_\_\_\_\_

Lo que menos me gusta \_\_\_\_\_

Rendimiento: marcar con un círculo la puntuación otorgada:

\_\_\_\_ 6. Mi nota media en ciencias naturales suele ser: 1 2 3 4 5

\_\_\_\_ 7. Mi nota media en matemáticas suele ser: 1 2 3 4 5

## 3ª) Potencial motivador de la Física como asignatura

En general todas las asignaturas no tienen para los alumnos el mismo interés. Por favor, puntúa, **dentro del paréntesis**, el interés que para ti tienen las asignaturas. Escala: **5 = mucho**; **4 = bastante**; **3 = indiferente**; **2 = poco**; **1 = nada**

1. Matemáticas ( )

2. Lengua ( )

3. Idioma extranjero ( )
4. Ciencias sociales ( )
5. Física ( )
6. Química ( )
7. Tecnología ( )
8. Educación física ( )
9. Biología y Geología ( )
10. Educación plástica y visual ( )

¿Puedes indicar las razones más importantes de la puntuación que le has dado a la asignatura de “Física” ?

.....

.....

.....

.....

#### 4º) Fuentes de motivación

Estimo que los siguientes factores influyen en la motivación, en la actitud, en el interés y esfuerzo que ponen los estudiantes en la clase de física.

Califica, **dentro del paréntesis**, las proposiciones que se presentan, con la escala siguiente: **5 = mucho; 4 = bastante; 3 = indiferente; 2 = poco; 1 = nada**

1. La importancia de la física en la sociedad actual para encontrar trabajo, entender los dispositivos electrónicos actuales, completar la educación de uno, etc. ( )
2. Los factores ambientales: la influencia de mis padres, la influencia de amigos de mayor edad, etc. ( )
3. Las características y las peculiaridades de la física en comparación con otras asignaturas como ciencias sociales, lengua... ( )



4. Las especiales características de la enseñanza y aprendizaje de la física: objetivos y contenidos que estudiamos, éxitos y fracasos, formas de trabajar la asignatura, mi experiencia personal, calificaciones que obtengo... ( )
5. Los ejercicios y las tareas que se hacen en el aula de física, individualmente y en grupo, con el profesor, mediante el libro de texto, etc. ( )
6. El libro de texto y los demás materiales empleados a la hora de dar clase: vídeos, web, etc. ( )
7. Las cualidades de mi profesor, su forma de ser, comportarse en clase: sus cualidades didácticas, científicas y personales: forma de tratar a los alumnos y dar las clases. ( )
8. Mi forma natural de ser y de comportarse en clase, mis rasgos de personalidad. ( )

## 5º) Motivos dominantes

¿Con qué finalidad, o mejor, por qué te sientes motivado para estudiar física? Puntúa, **dentro del paréntesis**, en qué grado los motivos siguientes influyen en tu interés hacia la física.

Escala: 5 = mucho; 4 = bastante; 3 = indiferente; 2 = poco; 1 = nada.

1. Estudiar el bachillerato de ciencias ( )
2. Estudiar ingeniería o arquitectura u otra carrera de ciencias ( )
3. Conseguir un buen trabajo en España ( )
4. Disfrutar de una educación y formación más completa ( )
5. Cumplir simplemente con un requisito académico y aprobar la asignatura en la actualidad ( )
6. El afán y el interés de conocer la cultura científica ( )
7. Entender dispositivos de la vida cotidiana como la luz, el horno, el motor, etc..( )
8. Comprender fenómenos de la vida cotidiana, p. e., la evaporación del agua a temperatura ambiente, la energía calorífica de las bombillas, la generación de la energía eléctrica, etc.. ( )

## 6º) Efecto motivador de las situaciones de enseñanza y aprendizaje

Puntúa, **con la escala siguiente**, la frecuencia, las circunstancias o las situaciones que se mencionan. Escala: **5 = siempre; 4 = con frecuencia; 3 = a veces; 2 = poco; 1 = nunca**

1. Cuando me anima o me felicita el profesor por mis actuaciones de clase, me dan algún premio y obtengo recompensa por mis buenas actuaciones aumenta mi motivación. ( )
2. Cuando me regañan, me reprocha algo o me castigan, disminuye mi motivación. ( )
3. Cuando las tareas de física son fáciles o el profesor las adapta a las posibilidades de los estudiantes, me motivan y cuando son difíciles me desaniman y desmotivan. ( )
4. Los ejercicios que suponen para mí un desafío intelectual y un reto para mis capacidades me motivan. ( )
5. Los buenos resultados, las buenas notas y mis expectativas de éxito se cumplen, aumenta mi motivación y cuando me suspende, no se cumplen mis expectativas y me siento más o menos fracasado, disminuye. ( )
6. Cuando realizo cualquier actividad por parejas o en equipo y trabajo con los demás de forma cooperativa aumenta mi motivación. ( )
7. Cuando participo en la negociación de las decisiones curriculares, es decir cuando el profesor da la opción de elegir lo que estudiamos en clase y el tipo de ejercicios que deseamos realizar, y lo acordamos entre profesor y alumnos, cuando intervengo en el control y autorregulación de lo que hago me siento más motivado. ( )
8. Cuando participo en los procesos de autoevaluación de mi trabajo y cuando expreso mi opinión sobre las calificaciones que me merezco, me siento más motivado que si no participo. ( )
9. Cuando trabajo individualmente o de forma autónoma me siento más motivado que cuando trabajo por equipos o por parejas. ( )
10. Cuando intervengo en clase y participo me siento más motivado que cuando no participo y permanezco callado. ( )

11. Cuando la clase satisface mis necesidades e intereses o el profesor demuestra la relevancia y la importancia de lo que hacemos en clase me siento más motivado. ( )
12. Mis actuaciones ante un auditorio – ya sean mis compañeros o el profesor - me sirven de estímulo y aumentan mi motivación. ( )
13. Me gusta competir y aventajar a los demás y cuando realizo actividades competitivas crece mi grado de motivación. ( )
14. Aumenta mi motivación cuando se me informa con detalle sobre los objetivos y contenidos que estudiamos en cada tarea. ( )
15. Cuando no me preguntan en clase y no participo, sino que escucho pasivamente lo que hace y dice el profesor y mis compañeros, me siento más a gusto, relajado y motivado. ( )
16. Cuando no me dan las cosas hechas sino que me ponen en situación de que yo las descubra y saque mis conclusiones personales me siento más motivado.  
( )
17. Cuando el profesor usa medios audiovisuales y tecnológicos me motiva más que cuando da las clases únicamente con el libro de texto. ( )

## A N E X O II:

### TEST DE MOTIVACIÓN POSTERIOR

Este test es parte del anterior y la parte nueva  
es de elaboración propia y mediante  
consulta a expertos.

#### 1º) Grado de motivación en clase y su rendimiento (física sólo el tema 2)

Escala: 5 = muy alto; 4 = alto; 3 = indiferente; 2 = bajo; 1 = muy bajo.

Además, completa los espacios puntuados. Componentes motivacionales: al decir en clase se refiere en general A.

1. Mi grado de interés en clase suele ser 1, 2, 3, 4, 5,

Lo que más me interesa: \_\_\_\_\_

Lo que menos me interesa: \_\_\_\_\_

2. Mi atención en clase suele ser 1, 2, 3, 4, 5.

Le presto más atención a: \_\_\_\_\_

Le presto menos atención a: \_\_\_\_\_

3. Esfuerzo para aprender en clase suele ser 1, 2, 3, 4, 5.

Me esfuerzo más en \_\_\_\_\_

Me esfuerzo menos en \_\_\_\_\_

4. Grado de dedicación y constancia suele ser 1, 2, 3, 4, 5.

Trabajando con mayor persistencia en \_\_\_\_\_

Trabajando con menor persistencia en \_\_\_\_\_

#### 2º) Grado de motivación en la clase de Física (Sólo en tema dos):

Escala: 5 = mucho; 4 = bastante; 3 = indiferente; 2 = poco; 1 = nada

5. ¿Te han gustado las clases de física referente al tema 2?

1      2      3      4      5

6. ¿Por qué?.....

.....

7. ¿En qué medida te han gustado los medios que se han empleado? :1, 2, 3, 4, 5.

8. ¿Has estado más atento?

1      2      3      4      5

9. ¿Los medios que se han empleado han hecho que aumente mi atención?

1      2      3      4      5

10. ¿Te ha interesado la clase de física?

1      2      3      4      5

## 2º) Potencial motivador de la Física. (Sólo se refiere al tema 2).

En general, no todas las asignaturas tienen para los alumnos el mismo interés. Por favor, puntúa, **dentro del paréntesis**, el interés que para ti tienen las asignaturas, según la escala que sigue: **5 = mucho; 4 = bastante; 3 = indiferente; 2 = poco; 1 = nada**

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Matemáticas                  | ( )                         |
| 2. Lengua                       | ( )                         |
| 3. Idioma extranjero            | ( )                         |
| 4. Ciencias sociales            | ( )                         |
| 5. Física                       | ( ) Sólo referida al tema 2 |
| 6. Química                      | ( )                         |
| 7. Tecnología                   | ( )                         |
| 8. Educación física             | ( )                         |
| 9. Biología y Geología          | ( )                         |
| 10. Educación plástica y visual | ( )                         |

¿Puedes indicar las razones más importantes de la puntuación que le has dado a la asignatura de “Física”?

.....

.....

.....

.....

## A N E X O 3:

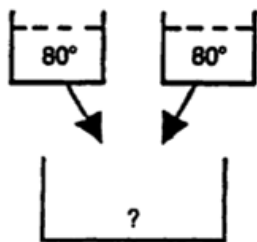
### TEST DE CONOCIMIENTOS.

Nombre:

1. ¿Cómo definirías la temperatura?
2. ¿Cómo definirías la presión?
3. Dado un valor de densidad de un material de la naturaleza, ¿podría existir algún otro material que tenga la misma densidad en la naturaleza? Razona tu respuesta.
4. ¿Qué es el calor?
5. Un balón de fútbol cuyo volumen es de  $500 \text{ cm}^3$  a una temperatura de  $20^\circ\text{C}$  se introduce en la nevera y su volumen se reduce a  $480 \text{ cm}^3$ . Suponiendo que la presión del aire contenido en el balón no cambia, calcula la temperatura en el interior de la nevera.
6. Una cierta cantidad de gas en el motor del coche de Fernando Alonso ocupa un volumen de 2.5 litros a una presión de 1 atm. A la hora de mover los pistones, la presión aumenta a 20 atm. ¿Cuál es el volumen final ocupado por el gas?
7. Introduzco unas llaves en una probeta con agua haciendo subir el nivel de agua desde  $40 \text{ cm}^3$  hasta  $60 \text{ cm}^3$ . Si la masa es de 10g, ¿cuál será la densidad?
8. Un material se mete en un horno que está a  $1000^\circ\text{C}$ , lógicamente se calienta y las lecturas del termómetro que está en contacto con el material son las siguientes:  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $200^\circ$ ,  $360^\circ$ ,  $420^\circ$ ,  $420^\circ$ ,  $420^\circ$ ... ¿Qué pasará?
  - a) La temperatura del material permanecerá en  $420^\circ$ .
  - b) La temperatura del material llegará a  $1000^\circ$ .
  - c) No sé.
9. Mezclo dos sustancias: 10g de café cuyo calor específico es  $10 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  a una temperatura de  $50^\circ\text{C}$  con 20g de leche cuyo calor específico es  $20 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  a una temperatura de  $30^\circ\text{C}$ . ¿Cuál será la temperatura de equilibrio?
10. Me he llevado agua en una cantimplora para irme de excursión, he subido desde una altura de 500m sobre el nivel del mar a 6000m siendo constante la temperatura ambiente. Cuando voy a beber al estar a 6000m de altura el agua está burbujeando, ¿por qué?

11. Has dado 100g de plata a una persona para que te haga una pulsera, ¿cómo podrías saber si ha empleado los 100g de plata en la pulsera o no con lo que hemos visto en clase?

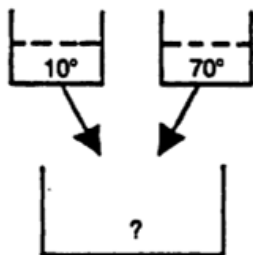
12. Si hay agua en los dos recipientes, tienen la misma masa y tenemos la situación del dibujo, ¿qué pasará al mezclarlos?



¿Y si en un recipiente hubiera agua y en otro aceite?

13. ¿Cómo explicarías con lo visto en clase que al calentar un extremo de una barra de hierro con un mechero se caliente una bola de acero que se encuentra en contacto con el otro extremo de la barra?

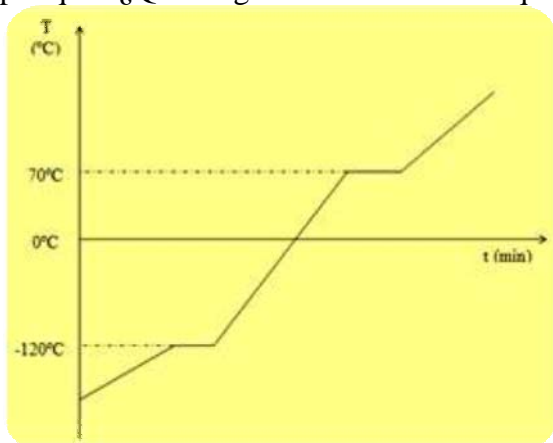
14. Si hay agua en los dos recipientes, tienen la misma masa y tenemos la situación del dibujo, ¿qué pasará al mezclarlos?



¿Y si en el de 10° hubiera agua y en el de 70° hubiera aceite?

15. Dime todo lo que sepas y puedas obtener acerca de la siguiente gráfica: (puedes escribir en la gráfica)

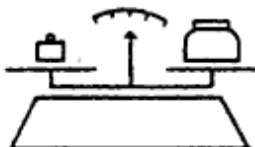
¿Qué es? ¿En qué estado está la sustancia en cada intervalo? ¿Qué pasa a  $-120^\circ$  y a  $70^\circ$  y por qué? ¿Qué magnitudes hemos visto que se pueden relacionar con la gráfica?



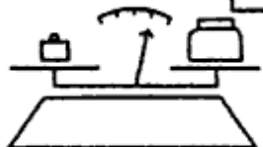
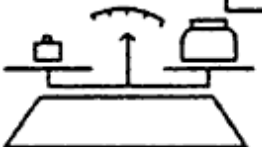
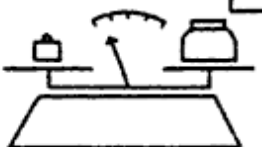
16. ¿Por qué si tapo el orificio de una jeringuilla llega un momento en el que no puedo apretar más el émbolo y siento una fuerza en el dedo que está tapando el orificio?

DATO: La pesa es la situada a la izquierda en los dibujos y el frasco de aire es el de la derecha.

Nicole lleva al jardín la balanza y un frasco CERRADO, lleno únicamente de aire. Pone el frasco en la balanza, cuya aguja se mueve incluso con el movimiento de muy pequeñas masas. Observa la posición de la aguja:



Nicole deja su equipo al sol durante varias horas y vuelve a observar la posición de la aguja. Escoge el dibujo que muestre la posición de la aguja en ese momento.

			NO LO SÉ
--	--	---	----------

Explica tu respuesta.



## **A N E X O 4:**

### **Diseño de clases para el grupo cooperativo**

Explicación acerca del aprendizaje cooperativo a los alumnos. Una hora de discusión de las funciones de cada alumno en el grupo. **Cada uno del grupo debe hacer las cosas por separado y luego juntarlas, de esta forma se aprende sino no se va a avanzar. Calificación: será puntuable el trabajo de casa.**

Formación de grupos para conseguir los objetivos.

Primero, haríamos un pequeño **test acerca de las ideas previas**, lo haremos por escrito para que ninguno se vea influenciado por los comentarios de los demás alumnos y se exprese con total libertad.

Posteriormente, está la motivación, **expondremos problemas a los cuales daremos una explicación** como por ejemplo, por qué ebulle el agua a una temperatura de 100°C en algunos sitios y en otros a otra temperatura, cómo Arquímedes descubrió que la corona no estaba hecha de todo el oro que había entregado el rey, cómo funciona un motor diesel o gasolina en líneas generales.

#### **Densidad.**

Aquí realizaría a los alumnos las siguientes preguntas para contestar en voz alta:

¿Cómo definirías un objeto cualquiera de tu casa? ¿Qué términos emplearías?

Dirán una serie de palabras. Al final, llegamos a que dicen colores, tamaño y “peso”.

**Ahora expongo yo** las diferencias entre peso y masa: hemos visto en la luna cuánto saltan los astronautas con muy poco esfuerzo, sin embargo en la tierra no pasa esto.

¿Por qué?

Dejaría a los alumnos contestar hasta llegar a la conclusión de que es diferente la masa y el peso. Les haría la pregunta: ¿por qué el astronauta salta más en la luna que en la tierra siendo la misma persona?

Un cuerpo en la luna es atraído con una fuerza menor que en la tierra, por eso el peso es menor en la luna que en la tierra siendo el mismo astronauta. No obstante, la masa es la misma.

Ahora nos centramos en cómo podríamos medir un volumen que es una de las propiedades características (como hemos visto anteriormente), estas preguntas las lanzo a los alumnos para que las resuelvan en grupos:

**Tengo una probeta graduada con agua en la mesa y una bola**, ¿cómo medirías el volumen de la bola que tengo yo con este material? ¿El método que ideéis tendría alguna excepción y, en consecuencia, no se podría utilizar en algún caso? ¿Por qué?

¿Qué haríais en esos casos? **10 minutos**

**Lo trabajan en grupo** y dan una explicación: cuando introduzco la bola en la probeta va a subir el volumen de agua, ese volumen que ha subido será el volumen de la bola. El método tiene alguna excepción como que existen objetos que no se hunden en el agua porque son menos densos o compactos. Además hay otra excepción como por ejemplo que existen objetos que son más grandes que la probeta. En el primer caso podría empujarlo a mano pero introduciría un error debido a que estaría metiendo mi mano, otra opción sería medirlo con reglas.

Ahora estamos en disposición de saber: ¿Existe alguna magnitud que relacione la masa y el volumen? Esta pregunta la lanzaría a los alumnos para ver qué responden. A partir de aquí les lanzo las siguientes preguntas para que resuelvan en grupos:

¿Qué es la densidad? ¿Cada sustancia de la naturaleza tiene su propia densidad? ¿Se hunden en agua muchos o pocos objetos? **10 minutos**

El resultado de dividir la masa entre el volumen, es decir la cantidad de masa que tiene una unidad de volumen. Cada sustancia tiene su propia densidad. Depende de la densidad, si la densidad es mayor de  $1\text{g/cm}^3$  se hundirán y sino flotarán.

Realizo un ejemplo con la probeta, introduciendo un objeto en dicho instrumento y midiendo su masa. Hallo cuál es la densidad.

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm)

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/densidad/densidad.htm>

**Ahora lanzo los siguientes ejercicios a los alumnos para resolver en grupo.**

**Ejercicios sencillos: de dos en dos, 10 minutos cada grupo de dos ejercicios.**

1º) Si tengo un lápiz de 30g que sube el nivel de agua en la probeta de  $60\text{cm}^3$  a  $70\text{cm}^3$ . ¿Cuál es su densidad?

2º) He medido la masa de un libro y es de 50g. Si su densidad es de  $5\text{g/cm}^3$ , ¿cuánto es su volumen?

3º) Se me cae una canica en una probeta haciendo subir el nivel de agua de  $10\text{cm}^3$  a  $14\text{cm}^3$ . Si su densidad es de  $2\text{g/cm}^3$ , ¿cuánta será la masa de la canica?

**Se narra por parte del profesor el experimento de Arquímedes.**

## 2ª PARTE

**Repaso del día anterior con algún ejercicio y recordando cómo medíamos la masa, volumen y densidad. Lo hago preguntando a la gente.**

**Presión, volumen y temperatura.**

¿Se pueden dividir las sustancias en partículas más pequeñas? ¿Esas partículas tienen las mismas propiedades que la sustancia?

De todo esto deducimos que las sustancias están compuestas de moléculas que tienen las mismas propiedades que la sustancia,

**GRUPO:** ¿Esas partículas están en movimiento o están estáticas? ¿De qué depende ese movimiento, tiene que ver con los diferentes estados de la materia?**5MINUTOS**

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/andared02/cuaderno\\_fisica/fq3\\_1\\_1.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/cuaderno_fisica/fq3_1_1.htm)

Estas moléculas están en continuo movimiento y ese movimiento tiene que ver con los cambios de estado. A mayor temperatura más movimiento de las partículas, en consecuencia el sólido que tiene una estructura rígida que hace que el movimiento de las partículas sea pequeño se rompe y pasa a líquido, el líquido a su vez al calentarse rompe su cierto orden estructural (no tan rígido como el sólido) y pasa a gas que no tiene rigideces estructurales. El caso de la situación de la clase en una asignatura ardua, en otra más relajada y cuando no hay profesor en la clase.

**GRUPO:** ¿La temperatura se puede relacionar con la velocidad de las partículas?

¿Existe algún momento en el que la energía que tienen las partículas es tan pequeña que no tienen energía?**5MINUTOS**

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/temperatura\\_absoluta.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/temperatura_absoluta.htm)

De todo esto se puede deducir la ley de Boltzman que relaciona la velocidad de las partículas con la temperatura, de hecho se define la temperatura como la medida de la velocidad de las partículas. Existe un momento en el que las partículas no tienen energía que es el 0 absoluto y es la referencia en la escala kelvin de temperatura. El paso de kelvin a grados centígrados es:

$T(K) = 273 + T(^{\circ}C)$  siendo la T temperatura. Se dice que hay que sumarle 273,15 pero se suele redondear.

**GRUPO:** ¿puedes explicar por qué el volumen de una sustancia es mayor cuando pasa a gas que en estado sólido o líquido? ¿cuál sería la temperatura en  $^{\circ}C$  del 0 absoluto?

Si se han ido enterando de la explicación deberían deducir que el estado gaseoso ocupa más volumen que los otros debido a que las partículas se mueven con mayor libertad ocupando un espacio mayor. Y la temperatura en  $^{\circ}C$  se hallaría despejando la fórmula anterior,

$T(K) - 273 = T(^{\circ}C)$  resultado  $-273^{\circ}C$ .

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/andared02/cuaderno\\_fisica/fq3\\_1\\_1.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/cuaderno_fisica/fq3_1_1.htm)

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/temperatura\\_absoluta.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/temperatura_absoluta.htm)

## PRESIÓN

**GRUPO:** ¿Qué es la presión? ¿Cómo modifica la presión el volumen de un gas?

¿Podría hacer que variase los puntos de ebullición y de fusión?

<http://www.educapplus.org/play-171-Transformación-isoterma.html>

## DOY LA RELACIÓN O FÓRMULA. Relación presión-volumen.

### EJEMPLOS

Tengo un globo deshinchado en un lugar del monte a  $-23^{\circ}C$  que ocupa  $10\text{ cm}^3$ , lo dejo en un lugar con mucho sol y con calefacción llegando a una temperatura de  $27^{\circ}C$ . ¿Cuál será el nuevo volumen del globo?

**GRUPO:** ¿Cómo puedo relacionar ahora la presión y la temperatura si dejo el volumen fijo? ¿Cómo puedo relacionar la temperatura y el volumen dejando fija la presión?

### 3ª PARTE:

#### Calor: calor cedido y calor absorbido.

Existe la magnitud de la temperatura, sin embargo ¿qué es el calor?

¿Por qué los aviones vuelan, los coches se mueven...? Hasta que lleguen a que tienen energía.

Entonces, ¿por qué el sol nos calienta? Porque tiene mucha masa y está a una temperatura muy alta.

Pero ¿todos los materiales se calientan con la misma rapidez? Aquí introducimos el calor específico.

Por tanto, ya tenemos qué es el calor y de qué magnitudes depende. Es una energía y depende de la masa, el material (calor específico) y la temperatura.

Teoría de los gases:

<http://www.youtube.com/watch?v=Nk8audj7R5A>

Con todo esto llego a la fórmula de calor cedido= calor absorbido, después de comprenderlo de forma intuitiva.

¿Cómo se calienta una sustancia? ¿Cuál es el efecto que tiene esta acción sobre la sustancia? Hacemos experiencia delante de ellos con una página web.

<http://www.educapplus.org/play-261-Curva-de-calentamiento-del-agua.html>

Se puede observar que va aumentando la temperatura hasta que llegue el cambio de estado. En dicho momento la temperatura se mantiene constante.

¿Por qué al cambiar de estado se mantiene constante la temperatura?

Porque invierte toda la energía, el calor, en cambiar de estado, en romper la estructura de sólido o líquido y hacer que las moléculas se muevan más libremente.

## ANEXO5:

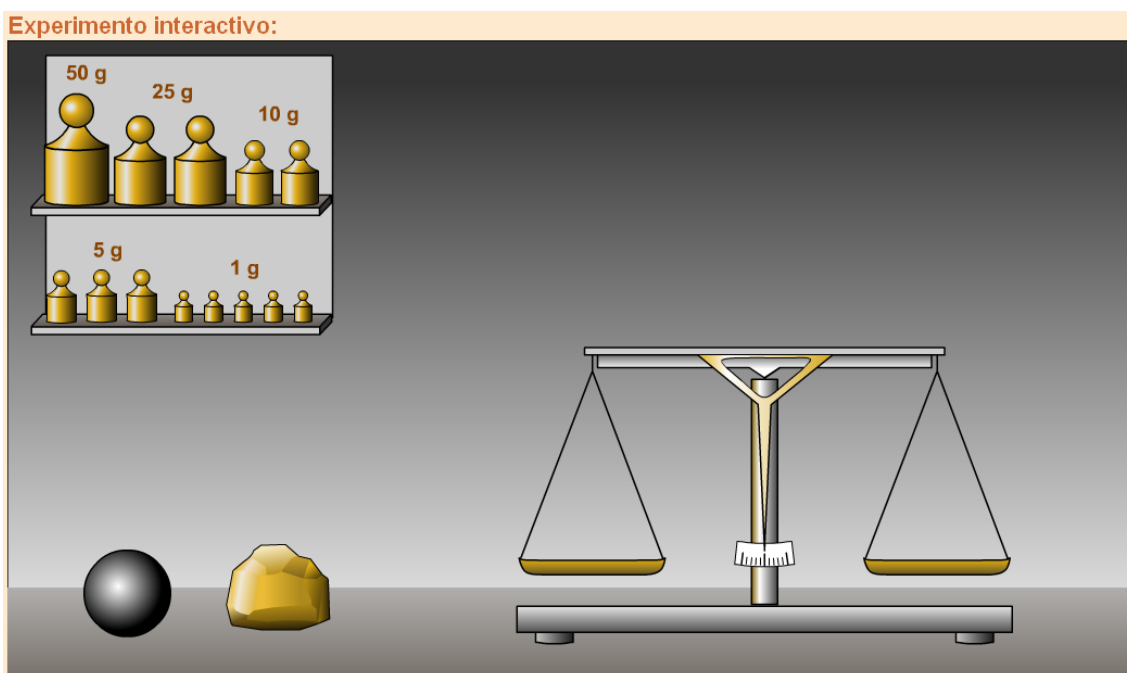
### DISEÑO DE LAS CLASES DEL GRUPO TIC. TERMODINÁMICA

#### PRIMERA PARTE:

1.- Vamos a empezar tratando los conceptos de MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD, aquí trae varios ejemplos.

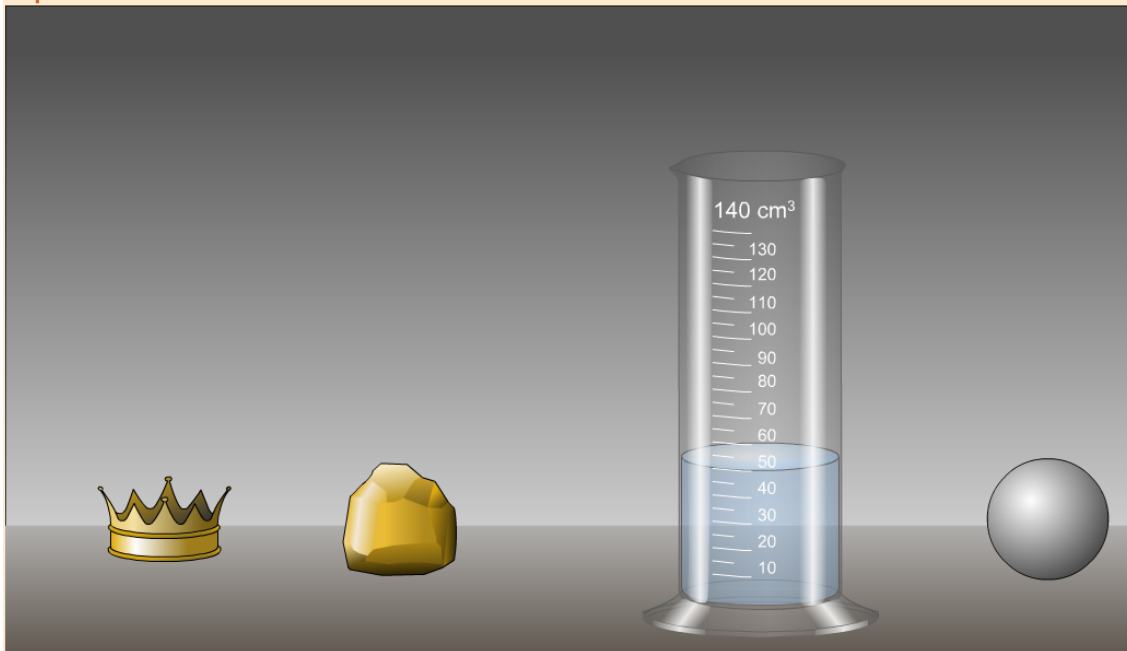
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm)

Primero, hallamos la masa de estos dos objetos con la utilización de las pesas que están en la parte superior izquierda.



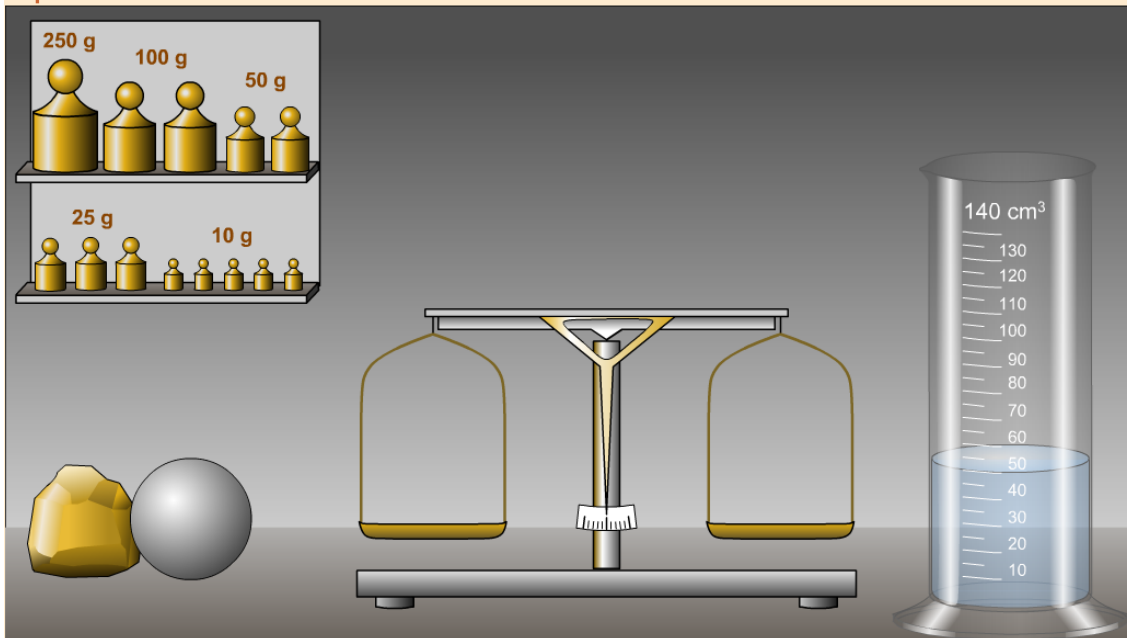
Segundo, hallamos el volumen de los objetos con la ayuda de la probeta y el agua, hacer la operación: nivel de agua que alcanza con el objeto menos el nivel de agua que alcanza sin el objeto.

Experimento interactivo:



Primero averiguo la masa y luego el volumen. ¿Cómo relaciono estas dos variables? Con la densidad.

Experimento interactivo:



Luego podemos hacer la comprobación:

**1. Medir la densidad de la esfera:** Mide la masa de la esfera en la balanza (si es necesario, repasa el procedimiento para medir masas en el apartado "La masa") y su volumen con la probeta (si es necesario, repasa el procedimiento para medir volúmenes en el apartado "El volumen"). Introduce los valores hallados y calcula la densidad.

$$\text{Densidad esfera} = \frac{\text{Masa de la esfera}}{\text{Volumen de la esfera}} = \frac{\boxed{\phantom{000}} \text{ g}}{\boxed{\phantom{000}} \text{ cm}^3} = \boxed{\phantom{000}} \text{ g/cm}^3 \quad \text{comprobar}$$

**2. Medir la densidad de la muestra de oro:** Sigue el mismo procedimiento que en el caso anterior para hallar la densidad de este objeto.

$$\text{Densidad oro} = \frac{\text{Masa del oro}}{\text{Volumen del oro}} = \frac{\boxed{\phantom{000}} \text{ g}}{\boxed{\phantom{000}} \text{ cm}^3} = \boxed{\phantom{000}} \text{ g/cm}^3 \quad \text{comprobar}$$

**3. Para investigar:** La densidad es una propiedad característica de la materia que nos permite identificar sustancias. Con el valor obtenido para la densidad de la esfera, consulta la tabla periódica (pulsas el botón "Tabla periód.") e intenta averiguar de qué metal está hecha:

La esfera es de

**Detalles a aclarar:** la densidad es la relación entre masa y volumen, cada material tiene su densidad.

**ACTIVIDADES DE MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD:** con esta página web queda claro que cada material tiene su densidad.

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/densidad/densidad.htm>

Las ideas que quiero dejar claro con esto es que cada material tiene su densidad, la densidad no varía dependiendo del volumen del objeto, la densidad de los líquidos es diferente también, se puede representar en una gráfica.

Se narra por el profesor el experimento de Arquímedes para descubrir si un fabricante había utilizado todo el oro en la fabricación de la corona del rey Hierón o no.

**Aquí hacemos una serie de ejercicios:**

1º) Si tengo un lápiz de 30g que sube el nivel de agua en la probeta de 60 cm<sup>3</sup> a 70cm<sup>3</sup>. ¿Cuál es su densidad?

2º) He medido la masa de un libro y es de 50g. Si su densidad es de 5g/cm<sup>3</sup>, ¿cuánto es su volumen?

3º) Se me cae una canica en una probeta haciendo subir el nivel de agua de 10cm<sup>3</sup> a 14cm<sup>3</sup>. Si su densidad es de 2g/cm<sup>3</sup>, ¿cuánta será la masa de la canica?

## SEGUNDA PARTE:

Se repasan los conceptos anteriores con algún ejercicio y recordando cómo medíamos la masa, volumen y densidad. Lo hago preguntando a la gente y con la página web.

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/densidad/densidad.htm>

### TEORÍA CINÉTICA Y RELACIÓN TEMPERATURA VELOCIDAD:

**TEORÍA CINÉTICA:** la diferencia entre sólido, líquido y gas. Las partículas son iguales de tamaño y siempre están en movimiento. Además el punto de fusión y de ebullición no es igual que el del agua. También se puede explicar que a mayor temperatura mayor velocidad, de hecho que la temperatura es una medida de la velocidad de las partículas.

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/andared02/cuaderno\\_fisica/fq3\\_1\\_1.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/cuaderno_fisica/fq3_1_1.htm)

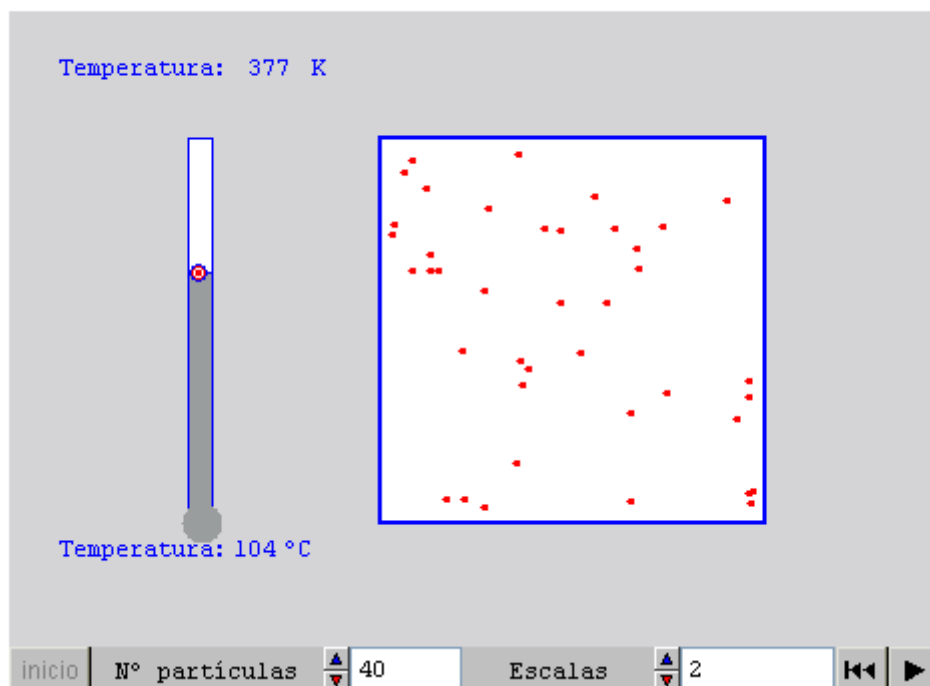
Detalles son: relación forma, volumen y masa con el estado de la materia; diferencia entre sólido, líquido y gas; relación entre temperatura y velocidad de partículas; puntos de fusión y ebullición, son un momento, una temperatura.

**TEMPERATURA**= velocidad de las partículas. Las dos escalas.

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/temperatura\\_absoluta.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/temperatura_absoluta.htm)

Aquí no se ve la foto animada, lo que sucede es que al subir la temperatura con el termómetro de la izquierda las partículas se empiezan a mover mucho, cada vez más.

### Temperatura absoluta y movimiento de las partículas



Habría que hacer hincapié en la relación entre temperatura y velocidad de las partículas porque ésta es su definición.

**PRESIÓN:** explica que la presión es producida por el choque de las partículas con las paredes.

<http://perso.wanadoo.es/cpalacio/Presion2.htm>

**V/T LA LEY DE CHARLES:** explica que al aumentar la temperatura aumenta el volumen, también incide en la gráfica V respecto de T.

<http://www.educaplust.org/play-118-Ley-de-Charles.html>

**DOY LA RELACIÓN O FÓRMULA.**

**EXPLICO EL POR QUÉ Y EJERCICIOS:**

Tengo un globo deshinchado en un lugar del monte a  $-23^{\circ}\text{C}$  que ocupa  $10\text{ cm}^3$ , lo dejo en un lugar con mucho sol y con calefacción llegando a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será el nuevo volumen del globo?

**PV LEY DE BOYLE**

<http://www.educaplust.org/play-171-Transformación-isoterma.html>

**DOY LA RELACIÓN O FÓRMULA.**

**EXPLICO EL POR QUÉ Y EJERCICIOS:**

Tengo un balón que ocupa  $20\text{ cm}^3$  a la presión de 1 atmósfera, lo aprieto con todas mis fuerzas y hago que ocupe un volumen de  $15\text{ cm}^3$ . ¿Cuál es la presión que ejerzo?

**VARIACIÓN DE TEMPERATURA, PRESIÓN Y NÚMERO DE PARTÍCULAS**

<http://perso.wanadoo.es/cpalacio/GasesIdeales2.htm>

**DOY LA RELACIÓN O FÓRMULA.**

TODAS LAS TRANSFORMACIONES: ISOBARA, ISÓCORA E ISOTERMA. UN PASO MÁS: para ver un poco gráficas de p, v y t.

<http://www.educaplust.org/play-138-Transformaciones-termodinámicas.html>

RESUMEN DE LAS TRES LEYES P, V Y T.

<http://www.youtube.com/watch?v=Nk8audj7R5A>

## TERCERA PARTE:

**CAMBIOS DE ESTADO EN EL AGUA:** SE VE BIEN CÓMO LA ESTRUCTURA SE VA ROMPIENDO. Cómo a  $0$  ó a  $100^{\circ}\text{C}$  no ha pasado a líquido o a gas hasta cierto tiempo después.

<http://www.educaplust.org/play-259-Cambios-de-estado-del-agua.html>

PREGUNTAS TIPO TEST: hoja 1, hoja 4 (1 y 2), hoja 5.

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/andared02/cuaderno\\_fisica/index.html](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/cuaderno_fisica/index.html)

El calor es transferencia de energía, siempre que se ponen en contacto algo frío con algo caliente. Dependerá de masa, sustancia y temperatura (aumento o disminución).

**CURVA DE CALENTAMIENTO DEL AGUA:**

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/gráficas\\_temperatura\\_tiempo.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/gráficas_temperatura_tiempo.htm)

<http://www.educaplust.org/play-261-Curva-de-calentamiento-del-agua.html>

**CALORES ESPECÍFICOS:** compara alcohol y agua. Se ve que es menor el de alcohol.



[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/calor\\_especifico.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/calor_especifico.htm)

HALLAR EL CALOR ESPECÍFICO Y LA TEMPERATURA DE EQUILIBRIO:

[http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Med\\_CalEspec/calorEspecFranco/AppletMedidaCe.htm#ce](http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Med_CalEspec/calorEspecFranco/AppletMedidaCe.htm#ce)

CALORES LATENTES: diferencia entre los calores latentes de mercurio, alcohol y agua.

[http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias\\_fisicas/aplets/eso\\_4/calor/calor\\_latente.htm](http://web.educastur.princast.es/ies/rosarioa/web/departamentos/fisica/teorias_fisicas/aplets/eso_4/calor/calor_latente.htm)

## ANEXO 6:

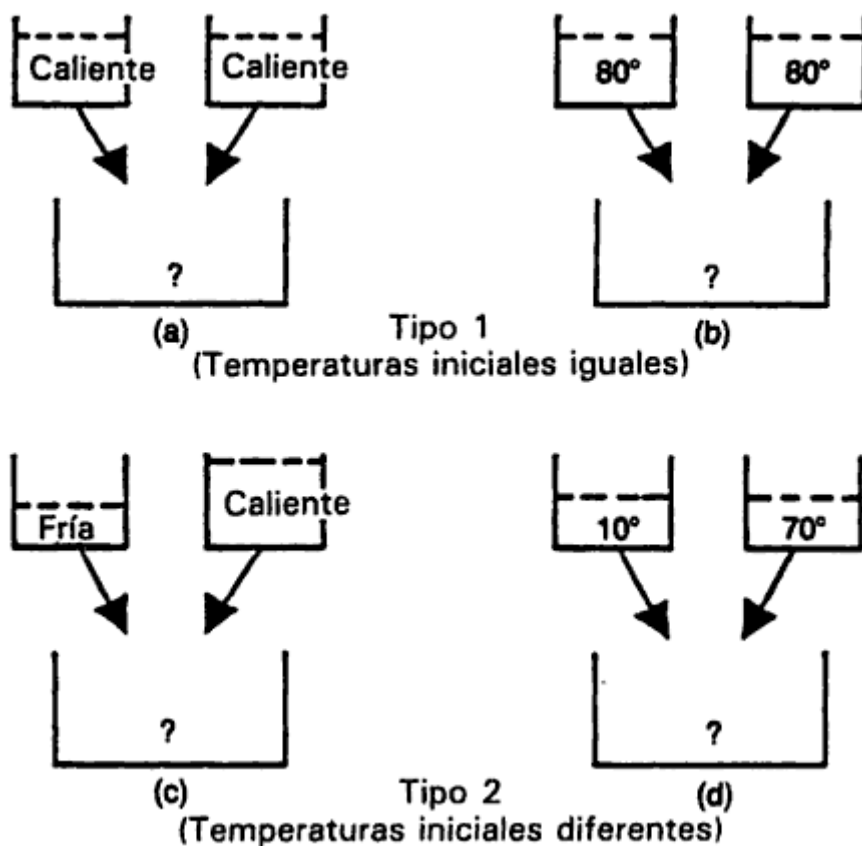
### TEST DE IDEAS PREVIAS

1.-¿Qué es la densidad para ti?

2.-¿Qué es el calor para ti?

3.-Un cubo de hielo de  $1\text{m}^3$  de tamaño tardaría más tiempo en descongelarse que un cubito de hielo de bar porque está a menos temperatura. ¿Es cierto o falso y por qué?

4.-¿Qué sucede en cada uno de estos casos suponiendo siempre que es



agua?

5.-¿Qué le pasa al agua que está a  $50^{\circ}\text{C}$  en un horno a  $90^{\circ}\text{C}$ ?

6.-Si tienes una cantidad de hielo y quiero que se convierta en agua, ¿necesitaré más o menos o igual tiempo que si quiero convertir el doble de cantidad de hielo en agua con la misma fuente? ¿Por qué?

7.¿Qué diferencia existe entre calor y temperatura?

a) No existe ninguna

b) La temperatura es la cantidad de calor que hay en ese espacio.

c) Otro tipo de respuesta: \_\_\_\_\_

8.-Si yo estoy calentando hielo que estaba a  $-10^{\circ}\text{C}$ , ¿qué le pasa a la temperatura cuando se empieza a fundir el hielo, esto es, en el cambio de estado?

a) Sigue aumentando.

b) Permanece constante.

c) Disminuye.

d) Ninguna de las anteriores.

9.-Si tengo harina, clavos y agua dejados en un horno a  $60^{\circ}\text{C}$  durante varias horas.

¿Cuáles de las siguientes afirmaciones será verdadera?

a) Los clavos estarán a más de  $60^{\circ}\text{C}$  porque el metal se calienta muy rápido.

b) La harina estará por debajo de  $60^{\circ}$  porque no se calienta mucho.

c) El agua estará a  $60^{\circ}\text{C}$ .

d) El agua y los clavos estarán a la misma temperatura.

e) Otras posibilidades: \_\_\_\_\_

10.¿Cuál es el mejor material para conservar fría una bola metálica?

a) La lana.

b) El papel de aluminio.

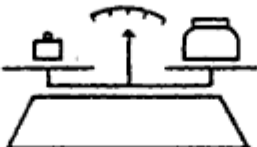
c) Un papel normal.

d) Otro metal.

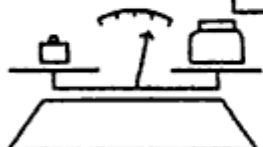
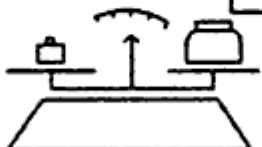
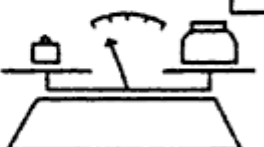
¿Por qué?

11.-

Nicole lleva al jardín la balanza y un frasco CERRADO, lleno únicamente de aire. Pone el frasco en la balanza, cuya aguja se mueve incluso con el movimiento de muy pequeñas masas. Observa la posición de la aguja:



Nicole deja su equipo al sol durante varias horas y vuelve a observar la posición de la aguja.  
Escoge el dibujo que muestre la posición de la aguja en ese momento.

			NO LO SÉ
---	---	--	----------

Explica tu respuesta.

12.-Cuando bebo zumo con una pajita, ¿por qué sube el zumo al aspirar?

13.-Un material se mete en un horno que está a  $1000^{\circ}\text{C}$ , lógicamente se calienta y las lecturas del termómetro que está en contacto con el material son las siguientes:  $20^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$ ,  $200^{\circ}$ ,  $360^{\circ}$ ,  $420^{\circ}$ ,  $420^{\circ}$ ,  $420^{\circ}$ ...

¿Por qué presenta varias lecturas a  $420^{\circ}$ ?

Di V o F:

La temperatura del material permanecerá en  $420^{\circ}$ .

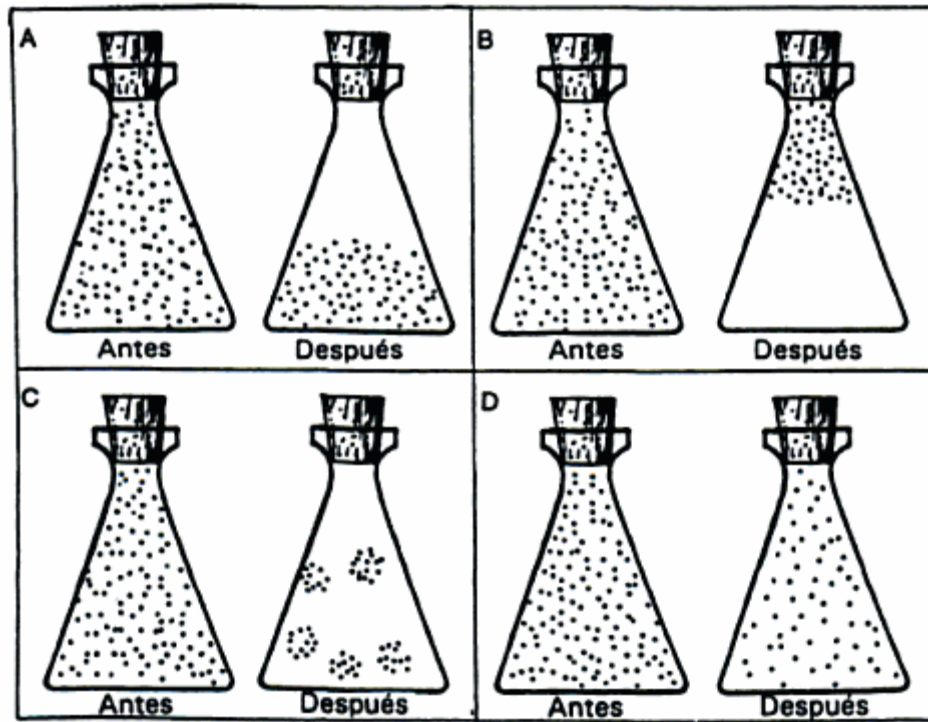
La temperatura del material llegará a  $1000^{\circ}$ .

No sé.

14.-Tengo dos recipientes, dos mecheros iguales y dos termómetros. Un recipiente tiene menos agua que otro. Cuando hierve el agua en los dos recipientes, la temperatura que marcarán los termómetros será:

- a) Mayor la de menos agua.
- b) Igual.
- c) Menor la de menos agua.
- d) No sé.

15.-He destapado un frasco que contenía aire, ¿cuál de las opciones es la correcta?



¿Qué hay entre las partículas del gas?

16.-¿Qué es la presión?

17.-¿Qué es el volumen?